

**Univerzita Palackého v Olomouci**

**Přírodovědecká fakulta**

**Katedra geoinformatiky**

**Michal KUČERA**

**VYUŽITÍ OPEN-SOURCE NÁSTROJŮ  
PRO PŘÍPRAVU, PRŮBĚH A VYHODNOCENÍ  
EYE-TRACKING EXPERIMENTŮ**

**Bakalářská práce**

**Vedoucí práce: Mgr. Stanislav POPELKA**

**Olomouc 2014**

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci bakalářského studia oboru Geoinformatika a geografie vypracoval samostatně pod vedením Mgr. Stanislava POPELKY.

Všechny použité materiály a zdroje jsou citovány s ohledem na vědeckou etiku, autorská práva a zákony na ochranu duševního vlastnictví.

Všechna poskytnutá i vytvořená digitální data nebudu bez souhlasu školy poskytovat.

V Olomouci 9. května 2014

---

Vložený originál **zadání** bakalářské/magisterské práce (s podpisy vedoucího katedry, vedoucího práce a razítkem katedry). Ve druhém výtisku práce je vevázána fotokopie zadání.

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>7</b>
<b>1 CÍLE PRÁCE</b> .....	<b>7</b>
<b>2 POUŽITÉ METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ</b> .....	<b>8</b>
2.1 Použitá data .....	8
2.2 Použité programy .....	8
2.3 Postup zpracování .....	8
<b>3 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY</b> .....	<b>11</b>
3.1 Svobodný software.....	11
3.1.1 Proprietární software (Freeware).....	12
3.2 Eye-tracking .....	12
3.2.1 Základní proměnné .....	12
3.2.2 Algoritmy výpočtu.....	13
3.3 Současná situace softwaru pro eye-tracking .....	14
3.3.1 OGAMA .....	15
3.3.2 eyePatterns.....	16
3.3.3 ITU Gaze Tracker.....	16
3.3.4 iComponent.....	16
3.3.5 Carpe.....	17
<b>4 OGAMA</b> .....	<b>19</b>
4.1 Instalace programu .....	19
4.2 Hlavní okno programu .....	22
4.3 Nastavení projektu .....	24
4.4 Naměření a import dat.....	26
4.4.1 Naměření dat.....	26
4.4.2 Příprava dat pro import.....	27
4.4.3 Transformace dat pomocí skriptu .....	27
4.4.4 Import dat.....	28
4.4.5 Import informací o oblastech zájmu (AOI) .....	31
4.5 Replay module .....	32
4.6 Attention Map Module.....	33
4.7 Saliency Module.....	34
4.8 Scanpaths module.....	35
4.8.1 Fixace.....	35
4.8.2 Podobnost trajektorií.....	36
4.9 Database module .....	38
4.10 Fixations module .....	42

4.11 Statistics module .....	43
4.11.1 Standart variables.....	43
4.11.2 AOI Transitions .....	46
4.12 Areas Of Interest Module.....	46
<b>5 POROVNÁNÍ FIXACÍ PROGRAMŮ SMI A OGAMA.....</b>	<b>50</b>
5.1 Porovnání fixací .....	50
5.2 Výsledek.....	52
<b>6 ODLIŠNOST PROGRAMŮ SMI BEGAZE A OGAMA .....</b>	<b>53</b>
6.1 Licence .....	53
6.2 Záznam dat .....	53
6.3 Oblasti zájmu .....	53
6.4 Analýza eye-tracking dat.....	54
6.5 Analýza stimulů .....	54
6.6 Náповěda.....	54
<b>7 VÝSLEDKY .....</b>	<b>55</b>
<b>8 DISKUZE .....</b>	<b>56</b>
<b>9 ZÁVĚR.....</b>	<b>57</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>61</b>
<b>POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE</b>	
<b>SUMMARY</b>	
<b>PŘÍLOHY</b>	

## ÚVOD

V současnosti se technologie eye-tracking stává velice populární. Možnosti jejího využití se naskýtají v mnoha odvětvích od marketingu, výzkumu vlivu prostředí na člověka až po analýzu kartografických či jiných děl. Cílem je zkoumání atraktivity jednotlivých podmětů a jejich působení na uživatele. Na základě těchto informací může být následně provedena úprava, která přesune pozornost do požadovaných míst na úkor méně významných. Díky rozvoji přenosných eye-trackerů, které jsou nejčastěji integrovány do brýlí, je možné analyzovat i okolní prostředí. Díky tomu není technologie limitována pouze zkoumáním statických obrazů.

Pro záznam a zpracování eye-tracking dat existuje velké množství komerčních programů. Ty se však díky své finanční náročnosti stávají dostupné pouze úzkému spektru uživatelů. V současné době však získávají na popularitě programy vyvíjené jako open-source. Jejich vývoj probíhá především na akademické půdě. Úroveň a možnosti těchto programů dosahují vysoké úrovně a v mnohých oblastech se vyrovnávají placeným produktům. Často dokonce nabízejí funkce, které nejsou u placených produktů dostupné. Obrovská výhoda je volný přístup ke zdrojovému kódu, který je nejen možné prostudovat, ale dokonce i využít pro vlastní řešení. Tato stěžejní myšlenka svobodného softwaru vede k vytváření efektivnějších a propracovanějších programů díky odstranění „řešení již vyřešeného“. Největší množství funkcí v tomto spektru programů nabízí OGAMA.

Charakteristické pro jednotlivé programy je využívání vlastní struktury uchovávání dat. Díky tomu často není možné jednoduše využít pro práci více různých programů. Pro odstranění tohoto problému a umožnění snadného přenosu dat mezi programy společnosti SMI a OGAMA byl sestaven speciální algoritmus, který provede potřebnou transformaci zcela automatizovaně.

# 1 CÍLE PRÁCE

Cílem bakalářské práce je zhodnocení možností neproprietárních a open-source nástrojů pro přípravu experimentu, vlastní testování a analýzu naměřených eye-tracking dat na příkladech z oblasti kartografie a geoinformatiky.

V teoretické části práce bude popsáno široké spektrum volně dostupných aplikací umožňujících vytvoření a analýzu dat získaných prostřednictvím zařízení pro sledování očního pohybu – eye-trackeru. Budou popsány jejich vlastnosti a možnosti pro jejich využití.

Praktická část se bude týkat samotného naměření dat na kartografickém eye-tracking experimentu. Cílem práce bude vyzkoušet měření pomocí volně dostupných aplikací a následně jimi provést analýzu získaných dat.

Dalším cílem bude prozkoumat možnosti a jednotlivé funkce v současnosti nejvýznamnějšího zástupce volně dostupných řešení pro eye-tracking, programu OGAMA. Analýzy budou provedeny na naměřených datech z kartografického experimentu. Následně budou popsány rozdílnosti mezi znázornění dat v SMI BeGaze a softwaru OGAMA. V případě odlišnosti bude za pomoci úpravy nastavení parametrů experimentu proveden pokus o dosažení totožných vizualizací. Jednotlivé moduly budou následně popsány s vysvětlením funkcí jednotlivých tlačítek. Také bude popsán vliv nastavení parametrů modulů na výsledek.

Oba programy nabízí velké množství obdobných možností a funkcionalit, přesto se v určitých oblastech rozcházejí. Jednotlivé významné rozdíly, které mohou rozhodovat při jejich výběru, budou popsány a znázorněny v přehledné tabulce.

Pro umožnění vzájemného využití SMI BeGaze a programu OGAMA bude vytvořen program pro transformaci formátu výstupních dat, to je nutné z důvodu jejich odlišného strukturování. Tím bude dosaženo možnosti přenosu dat.

## **2 POUŽITÉ METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ**

### **2.1 Použitá data**

Cílem práce bylo naměřit eye-tracking data pomocí svobodného programu OGAMA a tím eliminovat závislost na komerčním softwaru. Po provedení experimentu však byla objevena odchylka v měření, kterou způsobuje chyba v kódu programu. Díky tomu je nebylo možné v softwaru OGAMA naměřit a bylo nutné získat data pro tuto práci pomocí komerčního softwaru SMI Experiment Center. Jejich naměření proběhlo ve spolupráci s Pavlem Kotyzem, který se věnoval výzkumu právě tohoto komerčního programu pro eye-tracking. Měření probíhalo v experimentu s kartografickou tematikou zaměřenou na rozmístění základních kompozičních prvků. Respondentovi byla zobrazena mapa, v níž byly jednotlivé územní celky vyjádřeny různými odstíny zelené barvy. Ke konkrétnímu celku bylo nutné přiřadit odpovídající odstín z nabízené legendy. Ta byla na jednotlivých stimulech umístěna rozdílně. Pro účel práce nebylo důležité zaměření experimentu, protože data slouží pouze jako zdroj pro jednotlivé funkce programu OGAMA. Kromě tohoto experimentu bylo využito dalších dat naměřených v rámci dalších eye-tracking experimentů probíhajících na KGI.

### **2.2 Použité programy**

Jako programové vybavení pro tuto práci sloužil převážně open-source program OGAMA. Jedná se o volně dostupný program s veřejným zdrojovým kódem. Díky velkému množství analytických nástrojů, které jsou značně propracovány, se vyrovnává placeným produktům výrobců eye-tracking zařízení. Dalšími zástupci svobodného softwaru byli programy eyePatterns, ITU Gaze Tracker, iComponent a Carpe. K jejich testování bylo využito převážně vzorových dat, která jsou pro tyto aplikace dostupné. K tomuto kroku bylo přistoupeno z důvodu chybějícího technického vybavení potřebného k naměření dat, jako například kompaktního eye-trackeru umístěného v brýlích.

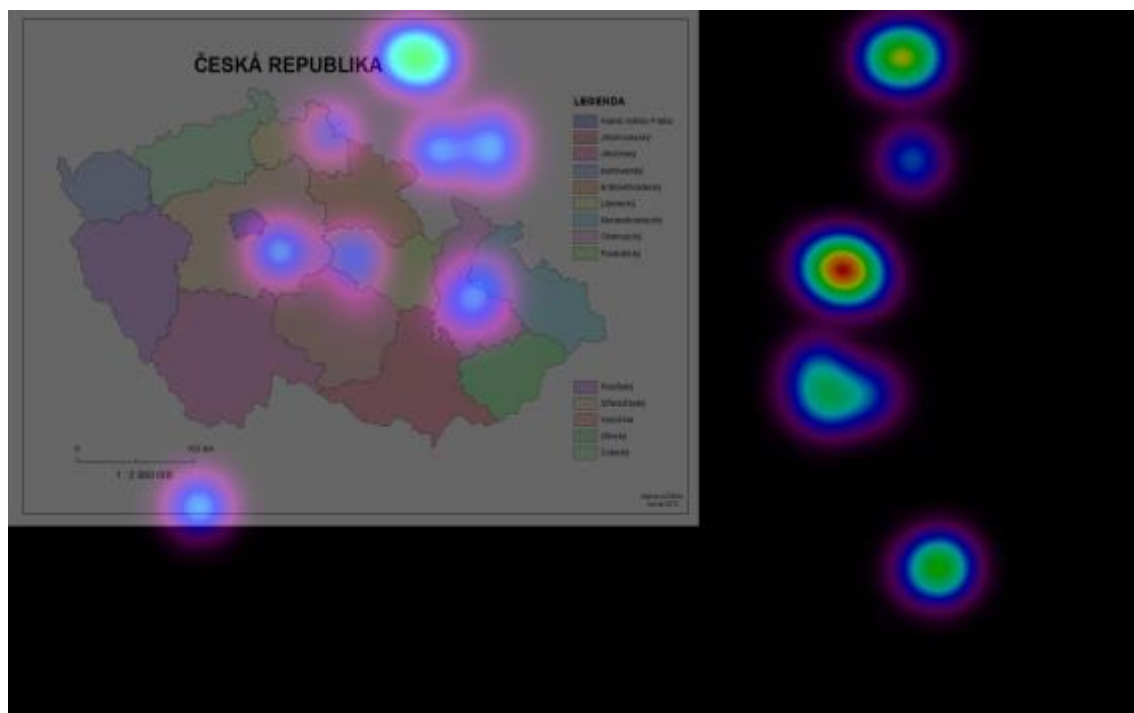
### **2.3 Postup zpracování**

Nejprve bylo provedeno propojení počítače se softwarem OGAMA a zařízením pro záznam eye-tracking dat SMI RED 250. Po úspěšném zapojení a provedení základního nastavení byl vytvořen experiment pro získání dat. Během testování byla zjištěna významná odchylka v naměřených datech. Pokus o její odstranění probíhal změnou základního nastavení snímacího zařízení a modulu pro záznam programu OGAMA. Tyto pokusy nevedly k úspěchu, proto byl kontaktován autor programu a seznámen s problémem. Po konzultaci byla odhalena chyba programu, která během měření způsobovala chybovost dat. Autor programu však nyní nemá možnost tuto chybu odstranit.

Data potřebná pro analýzu bylo tedy nutné naměřit v komerčním programu SMI Experiment Center. Kvalitu práce však tato skutečnost nijak nesníží,



protože funkcionalita dodaného softwaru společnosti SMI pro nahrávání dat je vyšší než v programu OGAMA.



Obr. 2.3.1 Vizualizace chybně naměřených dat v programu OGAMA.

Z tohoto důvodu by byly experimenty pravděpodobně i nadále vytvářeny v komerčním softwaru.

Pro měření byl vytvořen experiment zaměřený na hodnocení mapové kompozice. Jeho hlavní náplní bylo testování vlivu rozmístění základních kompozičních prvků na získávání informací a orientaci po ploše mapy. Hodnoty byly získány celkem od 9 respondentů. Tento počet pro účely bakalářské práce je dostatečný, protože výsledkem není analýza naměřených dat, ale popis funkcí a možností programu.

Na základě výše zmíněných dat byly následně vyzkoušeny a popsány všechny funkce programu OGAMA pro analýzu, vizuální analýzu a export eye-tracking dat. Jednotlivé prvky každého modulu aplikace byly popsány, byla vysvětlena jejich funkce a na kartografickém příkladu bylo vysvětleno jejich možné využití pro účely eye-tracking analýzy kartografických děl.

Před touto analýzou bylo však nutné provést import naměřených dat pomocí SMI Experiment Suite. Prvním krokem byla jejich úprava do formátu vhodného k importu do aplikace OGAMA. K tomu byl připraven program v prostředí Microsoft Visual Basic, který tuto úpravu automatizuje a následně je možné provést import dat. Algoritmus byl vytvořen na základě již existujícího programu od Kristien Ooms z univerzity v belgickém Gentu. Ten však není distribuován v samo-spustitelném souboru a data vyžadují uživatelskou úpravu. Vytvořený program vznikl za účelem ulehčení práce studentů a pracovníků KGI, kteří budou s eye-tracking zařízením od společnosti SMI pracovat.

Dalším problémem, který byl řešen, se stal přenos informací s definicí oblastí zájmu mezi programy. SMI využívá k jejich uchování formát XML a OGAMA běžný textový soubor. Pro přenos dat z SMI bylo nejprve nutné provést výběr potřebných údajů z XML souboru a jejich následnou generalizaci. Poloha AOI je vyjádřena ve formě souřadnic, programy se však liší ve formě specifikace tohoto umístění. Proto byl nalezen vzájemný vztah mezi jejich vyjádřeními a provedena transformace. Tento postup je poměrně zdlouhavý, proto byla tato funkce vložena do vytvořeného programu. Díky tomu stačí pouze získat obsah XML definičního souboru, vložit jej do transformačního skriptu a následně vygenerovat kód, se kterým lze pracovat v softwaru OGAMA.

Pro umožnění porovnání výsledků programů SMI Experiment Center a OGAMA bylo provedeno měření podobnosti vizualizovaných fixací. Ty lze ovlivnit základními parametry experimentu, které mají oba programy odlišné. Nejprve byly snímky s vyobrazenými fixacemi z SMI vyexportovány a vloženy do softwaru OGAMA jako obrazy stimulů. Dále byly vykresleny fixace ve formě kružnic odpovídajících respondentů. Následnou úpravou základního nastavení bylo dosahováno jejich vzájemné maximální shody. Hodnoty nastavení vzájemně korelujících vizualizací byly zaznamenány do přehledné tabulky.

Oba programy jsou charakteristické určitými možnostmi. Ty se v některých případech velice podobají, ale existují specifické situace, ve kterých je vhodné zvolit právě ten s danou funkcí. V závěru práce je tedy umístěno jejich vzájemné srovnání.

## 3 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

### 3.1 Svobodný software

Myšlenka svobodného softwaru se vyskytuje ve společnosti již od počátku vývoje programů. Nejprve jeho vývoj probíhal na univerzitách a v laboratořích. Mezi veřejnost se následně dostával ve formě instalačních balíčků. Hlavním znakem, kterým se odlišuje od komerčního softwaru, je dostupnost zdrojového kódu programu, který jeho uživatel může nejen prohlížet, ale při dodržení jistých pravidel jej i upravovat. Mezi tyto podmínky patří často například znemožnění využití upravené podoby pro komerční účely. Zakladatel hnutí svobodného softwaru Richard Stallman definoval koncept svobodného softwaru čtyřmi principy (Neteler, Mitasova, 2002):

- svobodné spuštění programu pro jakýkoliv účel
- možnost svobodně studovat jak program pracuje a přizpůsobit ho pro své potřeby
- svobodně šířit kopie softwaru
- možnost svobodného vylepšení programu a jeho následné šíření pro užitek celé komunity

V případě, že všechny tyto principy splňuje, je ho možné označovat za svobodný software (v angličtině „*Free Software*“). Pro podporu vývoje těchto softwarů byla v roce 1984 založena Free Software Foundation. Její činnost slouží ke zvýšení práv uživatelů pro možnosti použití, studia, kopírování, úpravu a šíření zdrojového kódu programu. Primární myšlenkou nadace je, že programy by měly být využívány všemi způsoby, které by mohly následně přinést užitek celé společnosti. Během své existence sestavila licenční ujednání GPL (General Public Licence). Ty nejenže garantují dodržení základních čtyř svobodných myšlenek, ale navíc chrání tyto programy před případným zneužitím. Nedílnou součástí je Copyleft. Ten garantuje, že i po úpravě originálního zdrojového kódu programu jsou na něj uplatňovány původní podmínky pro jeho využití. Nesmí tak být například šířen s omezením přístupu k jeho zdrojovému kódu (Neteler, Mitasova, 2002).

Další organizací pro podporu volně šiřitelného softwaru je Open Source Initiative. Ta vznikla roku 1998 zásluhou Erica S. Raymonda a Bruce Perense ([opensource.org/history](http://opensource.org/history), Open Source Initiative – History of the OSI, 2012). S Free Software Foundation se rozchází v oblasti uznávání licencí svobodného softwaru, kdy některé označuje za příliš omezující.

### **3.1.1 Proprietární software (Freeware)**

Jedná se o software, který je šířen bezplatně nebo za symbolickou cenu. V některých případech jeho tvůrce omezuje jeho použití určitými podmínkami. Často mezi ně patří nutnost registrace osobních údajů u autora programu nebo v licenčních podmínkách přesně specifikuje možnosti jeho využití, např. pro potřeby vzdělávání, charitativní účely či pro prohlížení dat vytvořených pomocí komerčních programů. Výrazným rozdílem od svobodného softwaru je zpravidla nedostupnost zdrojových kódů, nebo v nich nelze provádět úpravy a výsledek pak dále šířit.

## **3.2 Eye-tracking**

Jedná se o proces, při kterém je sledován pohled člověka, tedy poloha oka vůči obrazu, který je subjektu zobrazen na zobrazovacím zařízení. Může se jednat o text, obrázek, webovou stránku a mnohé další objekty, které takto lze zobrazit a budí vizuální vjem.

Pro záznam dat se využívají zařízení označované jako eye-trackery. V jednoduchosti lze tyto přístroje popsat jako kamery sledující střed zornice lidského oka a korneálního odrazu. Tyto údaje jsou zaznamenávány a na jejich základě dochází k výpočtu polohy oka v konkrétním okamžiku. K tomu využívají pro člověka neviditelné infračervené záření. To je zvoleno záměrně kvůli lepší odrazivosti od sítnice než zbytku lidského oka. Hlavní příčinou je fyziologická vlastnost sítnice pohlcovat viditelné spektrum elektromagnetického záření a infračervené reflektovat (Nielsen, Permice, 2010).

Záznam dat probíhá nejčastěji současně pro levou i pravou zornici. U většiny lidské populace však směřují obě oči na stejné místo, proto si jejich naměřené hodnoty téměř odpovídají. Z tohoto důvodu současný software využívá pro analýzy pouze data pocházející z jednoho oka nebo obě hodnoty zobrazí jako výsledek zprůměrování.

Současné softwarové produkty pro eye-tracking nabízejí velké množství integrovaných modulů zajišťujících velké množství analýz. Nejprve je však nutné vygenerovat základní parametry popisující pohyb oka během experimentu. Jedná se o fixace a sáky.

### **3.2.1 Základní proměnné**

Z neupravených naměřených dat pomocí eye-trackeru získáme pouze informace o zornici a směru pohledu v průběhu experimentu. Ty jsou vyjádřeny pomocí souřadnicového systému X, Y. Ten odpovídá rozlišení obrazovky nebo jiného media, na kterém je zobrazen stimulus. Pro další analýzy je nutné tyto data zpracovat k tomu určeným softwarem. Ten z jednotlivých hodnot vypočítá základní proměnné, se kterými lze dále pracovat. Konkrétně se jedná o parametry vyjadřující základní pohyby lidského oka - sáky a fixace. Jejich výpočet lze ovlivnit výběrem algoritmu pro jejich sestavení

a nastavením jeho prahových hodnot. Ty volí uživatel na základě nastavení měřicího zařízení a předpokládaných potřeb výzkumu.

Pohyb lidského oka je charakteristický velice rychlými pohyby mezi body zájmu označovaných jako sakády. Doba jejich trvání je v řádu jednotek až desítek milisekund a během nich člověk není schopný vnímání. Lidský mozek je však díky jejich rychlosti nepostřehne a pozorování se tak jeví jako plynulé. U každého jedince může být jejich délka odlišná. Mezi hlavní ovlivňující faktory patří únava, dráha pohybu oka a svalový tonus (McLaughlin, 1967).

Z toho je patrné, že pohyb lidského oka není plynulý, ale skokový se „zastávkami“ na bodech zájmu. V případě, kdy oko je zaměřeno na jeden bod, nazýváme tento stav fixace. Doba jejího trvání se pohybuje v řádech desítek až stovek milisekund (Mennie a kol., 2006).

Pohyb lidského oka během testování lze snadno rekonstruovat. Speciální softwary umožňují jak vizualizaci statickou tak dynamickou. Ta odpovídá průběhu experimentu a nabízí volby i pro jeho zpomalení. Pohyby oka jsou nejčastěji vykreslovány jako linie, odpovídající sakádám. Ty spojují jednotlivé fixace ve formě kruhů či bodů. Dalšími často používanými metodami jsou Focus mapa a Heat mapa. Na Focus mapě dochází k vysvícení nejatraktivnějších míst stimulu. Heat mapa používá barevnou legendu, pomocí které dochází k rozdělení stimulu do oblastí s rozdílnou úrovní atraktivity.

### **3.2.2 Algoritmy výpočtu**

Nejdůležitější část procesu zpracování surových naměřených dat je identifikace jednotlivých fixací a sakád. Ten spočívá v separaci a seskupování záznamů o poloze oka v konkrétním okamžiku do fixačních oblastí a implicitního vytváření sakád z dat vyskytujících se mezi nimi. Pro tyto účely byly sestaveny matematické postupy, které proces zcela zautomatizují. Uživatel je určitou mírou schopen tyto pochody ovlivnit nastavením jejich vstupních parametrů. Správná volba algoritmu a jeho správné nastavení je důležité pro dosažení požadovaných kvalit následných analýz.

Goldberg a Salvucci (2000) uvádějí, že zobrazení fixací namísto původních dat je výhodné hlavně ze dvou důvodů. První přináší možnost odstranění sakád z grafického vyobrazení výsledků, jelikož pro výzkum často nejsou důležité. Druhý přináší jistou míru zpřesnění výsledků díky odstranění malých očních pohybů, jakou jsou třes, tiky a záškuby během fixací. Na závěr shrnují proces identifikace jako vhodnou metodu pro minimalizaci složitosti eye-tracking dat při současném zachování maximálních základních charakteristik za účelem porozumění kognitivnímu a vizuálnímu zpracování.

#### **I-VT**

Mezi nejjednodušší algoritmus určený pro tyto účely je I-VT (Velocity-Threshold Identification). Na počátku je proveden výpočet rychlosti přechodu mezi jednotlivými sousedícími body v datech získaných měřením. Dále následuje porovnávání hodnot s prahovou rychlostí (velocity threshold), na jehož základě dochází k rozdělení na body odpovídající fixacím a body tvořící sakády. Mezní hodnotu prahové rychlosti je nutné

před samotným spuštěním algoritmu specifikovat. Po úspěšném roztřídění dojde k seskupení jednotlivých fixačních bodů do fixačních skupin, hodnoty sakád jsou odstraněny. Na závěr dochází k zařazení nově sestavených skupin do souřadnicového systému. Každé je přiřazeno umístění ve formě souřadnic X, Y. Ty odpovídají těžišti obsažených bodů. Připojena je i informace o čase, ve kterém byl naměřen první bod a celkové délce fixace. Tato metoda je velice efektivní. Problémy se mohou vyskytnout při porovnání bodů s hodnotami blízkými prahové rychlosti. Díky striktnímu stanovení této hranice je možné, že fixace nebo sakáda nebude obsahovat všechny body, které ji odpovídají. Řešením je stanovení minimální doby trvání. U sakád by měla odpovídat nejméně 10 ms.

### **I-DT**

V kontrastu s předchozím postupem je algoritmus I-DT (Dispersion-Threshold Identification). Ten využívá faktu, že fixační body díky své nízké rychlosti mají tendenci k seskupování. Sestavení fixačních shluků probíhá na základě výběru bodů po sobě následujících z určité disperze nebo s největší vzájemnou vzdáleností. I-DT vyžaduje nastavení dvou parametrů. Jedná se o prahovou hodnotu trvání fixace (duration threshold). Ta vychází z faktu, že minimální délka trvání fixace je 100 ms (McConkie a kol., 1983). Nastavení této hraniční hodnoty je typicky v rozmezí 100 až 200 ms. Díky tomu je dosaženo odstranění určité míry variability výsledných dat. Druhý parametr hranice rozptylu (dispersion threshold) dosahuje hodnot  $1/2^\circ$  až  $1^\circ$  zorného úhlu.

Algoritmus využívá pohyblivé okno, které se přesouvá po jednotlivých bodech. Na počátku je umístěno na začátek souboru naměřených dat a obsahuje minimálním množstvím bodů. Pro správný průběh je nutné specifikovat prahovou dobu trvání (duration threshold) a vzorkovací frekvenci použitou při měření. Další postup je založen na zkoumání rozptylu bodů v okně jako součtu rozdílů maximálních a minimálních souřadnic X a Y. Tedy  $ROZPTYL = (\max(X) - \min(X)) + (\max(Y) - \min(Y))$ . V případě, že vypočítaný rozptyl je vyšší než jeho zadaná hraniční hodnota, není v okně fixace a dojde k jeho posunu směrem vpravo. Pokud je situace opačná, v okně se nachází fixace a postupně dochází k jeho rozšiřování směrem doprava. To se opakuje do momentu, kdy rozptyl přesáhne zadanou prahovou hodnotu. Takové okno je následně zaznamenáno a středové souřadnice uloženy jako jádro fixace. Následně dojde ještě k jejich doplnění o počáteční čas a délku jejího trvání. Poté dojde k posunu okna směrem vpravo. Celý proces se opakuje, než je prozkoumán celý záznam provedeného experimentu. Nevýhodou tohoto algoritmu je využívání dvou nezávislých parametrů. Ty mohou mít významný vliv na výsledek, je tak nutné volit jejich hodnoty s rozmyslem.

### **3.3 Současná situace softwaru pro eye-tracking**

V současné době existují dvě skupiny programů pro eye-tracking. První skupinou je software vyvíjený komerčně, který je možné využívat až po uhrazení licenčních poplatků. Z důvodu poměrně vysokých pořizovacích nákladů jsou tato řešení využívána převážně firmami a univerzitami. Pro jednotlivce jsou často nedostupná.

Této skupině vévodí společnost SMI, kterou založil profesor Svobodné univerzity v Berlíně Dr. Winfried Teiwes již roku 1991 za účelem lékařského výzkumu. Od této doby se vypracovala na světového lídra v oblasti očního výzkumu zahrnující i eye-tracking. Mezi její nejznámější produkt patří BeGaze Analysis Software umožňující analýzu a vizualizaci naměřených eye-tracking dat. Pro záznam dat slouží produkt Experiment Center Software a k řízení zařízení pro záznam pohybu očí iView. Kromě programového vybavení se věnují i vývoji a prodeji vlastních eye-trackerů (smivision.com, SMI – SensoMotoric Instruments, 2014).

Významným hráčem v tomto sektoru je i společnost Tobii, která byla založena roku 2001. Její vznik byl podnícen výzkumným projektem na univerzitě ve švédském Stockholmu. Od svého vzniku expandovala a nyní má své pobočky po celém světě. Struktura softwaru je oproti SMI koncipována do jednoho produktu Tobii Studio. Ten obsahuje nástroje pro záznam, vizualizaci i analýzu. Firma také vyvíjí vlastní zařízení pro měření dat (tobii.com, Tobii Technology – world leader in eye-tracking and gaze interaction, 2013).

Druhou skupinou jsou programy, jež lze využívat bezplatně. Někdy je toto užívání pouze podmíněno registrací osobních údajů a účelu použití. Významným parametrem je licence, pod kterou jsou programy šířeny. U některých lze získat zdrojové kódy, které je možné libovolně upravovat a přizpůsobit tak svým potřebám. Vývoj této skupiny produktů probíhá převážně na univerzitních půdách a vznikají hlavně pro akademické účely. Díky bezplatnému šíření jsou snadno dostupné, avšak pro práci je také nutné naměření dat. Vývojáři si jsou vědomi finanční náročnosti profesionálních eye-trackerů a proto implementují algoritmy pro měření dat pomocí běžných webových kamer. Kvalitu jimi získaných dat samozřejmě nelze srovnávat, ale lze je využít pro méně přesné měření sloužící například k ovládání kurzoru myši, hraní her a podobně.

### **3.3.1 OGAMA**

OGAMA je proprietární software vyvíjený Adrianem Voßkülerem na Svobodné univerzitě v Berlíně. Program je dostupný pod licencí GPL verze 3 sestavené organizací pro podporu svobodného softwaru Free Software Foundation. Hlavním úkolem Ogamy je sběr a následná analýza dat o očních pohybech při zobrazení experimentu se stimuly. Kromě očí umožňuje sledovat práci s myší a zaznamenávat kliknutí i pohyb kurzoru. Tyto informace jsou shromažďovány průběžně v čase a umožňují tak kromě statické i jejich dynamickou analýzu. Program je napsán v programovacím jazyku # C.NET a je vyvíjen jako otevřený software s volně dostupným zdrojovým kódem. Přístup k němu je zajištěn přímo z programu a současně online na jeho oficiálním webu.

OGAMA nabízí nástroje pro práci s daty v databázi zajišťující jejich záznam a následné zpracování, vytváření dynamického průběhu experimentu s možností jeho exportu do videozáznamu, sestavení heatmap. Dále rozsáhlý nástroj pro práci s oblastmi zájmu, který zajišťuje jejich vytvoření a pokročilé možnosti analýzy. Software podporuje většinu komerčních eye-trackerů. Ve spolupráci s otevřeným softwarem ITU Gaze Tracker, který je vyvíjen na dánské univerzitě v Kodani, je možný sběr méně přesných

dat prostřednictvím webové kamery umístěné na počítači. Výstupní data je možné kdykoliv vyexportovat v podobě textu, což umožňuje jejich snadných přesun do dalšího softwaru (OGAMA.net, OGAMA – open gaze and mouse analyzer, 2013).

### **3.3.2 eyePatterns**

Dalším významným programem svobodného softwaru pro eye-tracking je eyePatterns. Jeho vývoj probíhá na Technologickém institutu v Rochesteru pod vedením Julie West, Anne Haake a Evelyn Rozanski (eyepatterns.sourceforge.net, eyePatterns: Project Web Hosting – Open Source Software, 2009). Program na základě importovaných sekvencí pocházejících z jiných programů umí vytvořit shluky, ze kterých lze posuzovat podobnost naměřených dat jednotlivých respondentů. Potřebné sekvence je schopna sestavit například OGAMA. Z výsledku analýzy lze poté odvodit vliv vzdělání, prostředí a dalších faktorů na získávání informací prostřednictvím zraku. V kartografii je velice často využíván na hodnocení způsobu čtení informací z map osob s kartografickým vzděláním a bez něj. Této problematice se věnovala Çöltekin, A. a kol. (2010) a Popelka, S. a kol. (2013).

### **3.3.3 ITU Gaze Tracker**

Zajímavým nástrojem je i ITU Gaze Tracker vyvíjeným na Univerzitě v Kodani. Za cíl si klade především vytváření volně dostupných alternativ ke komerčním eye-tracking řešením a dělat je tak přístupnějšími. Tento nástroj obsahuje algoritmus, který i z běžného snímacího zařízení jako je například webová kamera či fotoaparát snadno udělá eye-tracker. Samozřejmě naměřené hodnoty nedosahují přesnosti profesionálních řešení, ale nabízí se mnohé možnosti pro jejich využití. Jako příklad je možné uvést ovládání kurzoru myši, kdy polohu ovlivňuje směřování zraku na obrazovce. Tato technologie může přinést značné ulehčení pro tělesně postižené uživatele počítače. Data mohou být i zaznamenávána. Aktualizace programu OGAMA verze 4.3 přinesla zakomponování tohoto produktu. Díky tomu nabízí možnost záznamu dat bez potřeby drahých záznamových zařízení, avšak s nízkou úrovní přesnosti (gazegroup.org, ITU GazeGroup – Research on eye-tracking and gaze interaction, 2011).

### **3.3.4 iComponent**

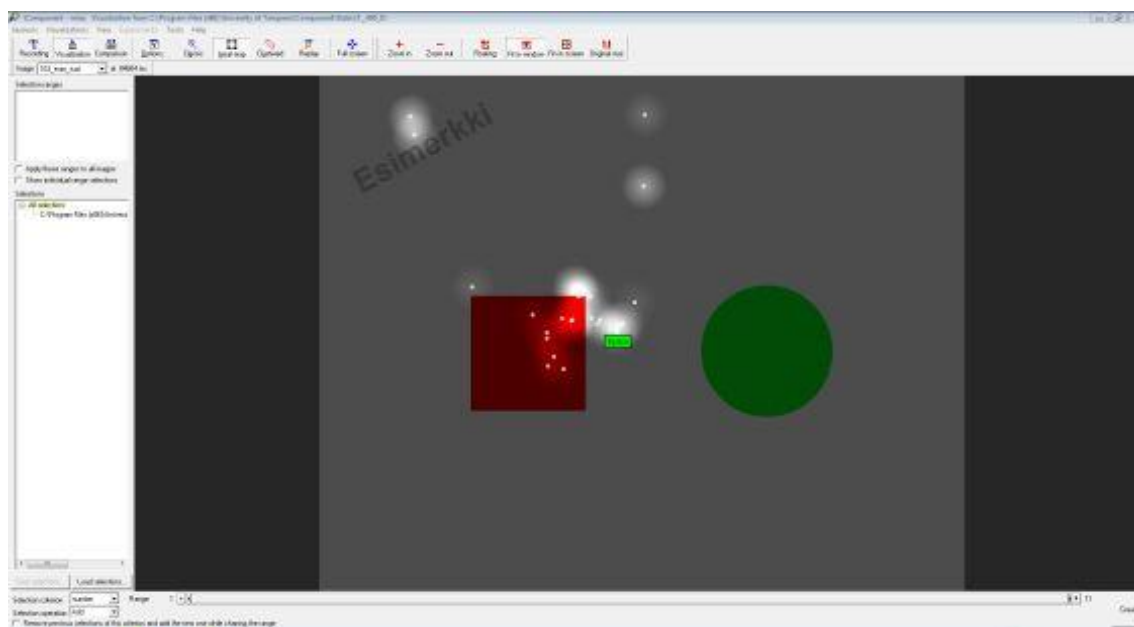
Program určený k záznamu, vizualizaci a analýze eye-tracking dat, který vyvíjí Oleg Špakov na Technické univerzitě v Tampere. Je distribuován v samo-spustitelném souboru, který provede instalaci programu a nevyžaduje žádné zvláštní kompilátory.

iComponent obsahuje několik modulů pro záznam dat. Ty se odlišují podle formy stimulu. Tím může být webová stránka, obrázek či video. V modulech stačí pouze specifikovat zdroj stimulu a provést nastavení několika základních parametrů. Kromě zraku lze ukládat i pohyb kurzoru myši či zaznamenávat stisk kláves. Program podporuje eye-trackery od firem SMI a Tobii. Samozřejmostí je následné zobrazení a analýza dat. Ty však musejí být naměřena v iComponent, protože není obsažena žádná možnost jejich



importu. Vizualizace je možná v několika formách. Klasické zobrazení fixací ve formě bodů nebo kružnic s průměrem přímo úměrným jejímu trvání. A také jako linií nebo heat mapy s rozsáhlou nabídkou přizpůsobení. Také lze zaznamenávat celý experiment ve formě video záznamu včetně sledování stisků kláves. Poslední varianta se velice podobá klasickému zobrazení, je zde však vložen posuvník ovlivňující algoritmus I-DT parametrem distance threshold. Lze tak v reálném čase upravovat sestavování fixací a hledat nejvhodnější variantu. Samozřejmostí je ve všech režimech zjištění detailních atributů, jako je počáteční čas fixace, její délka a umístění vyjádřené formou souřadnic X, Y. V případě potřeby lze upravit zobrazovaný obsah a také ho přizpůsobit změnou velikostí či barev. Poměrně obsáhlé je množství nástrojů pro vyhledávání fixací či také odpovídající určitým parametrům. Může se jednat o úhel, délku, pořadí či umístění ve vytvořené oblasti zájmu. K selektovaným datům je poté možné zjistit zajímavé statistické hodnoty jako průměrná délka fixace, nejkratší či nejdelší fixace a podobně. Jistě zajímavou funkcí je extrakce jednotlivých fixací ve formě obrázků. Ta může být využita například pro tvorbu animací.

Mezi hlavní nevýhody programu, jak již bylo zmíněno, patří nemožnost importu dat pocházející z jiného softwaru a vlastní souborový systém. Ten umožňuje zahrnout pouze jednoho respondenta v projektu. (sis.uta.fi/~csolsp/downloads.php, Oleg Špakov's personal page – Downloads, 2014)

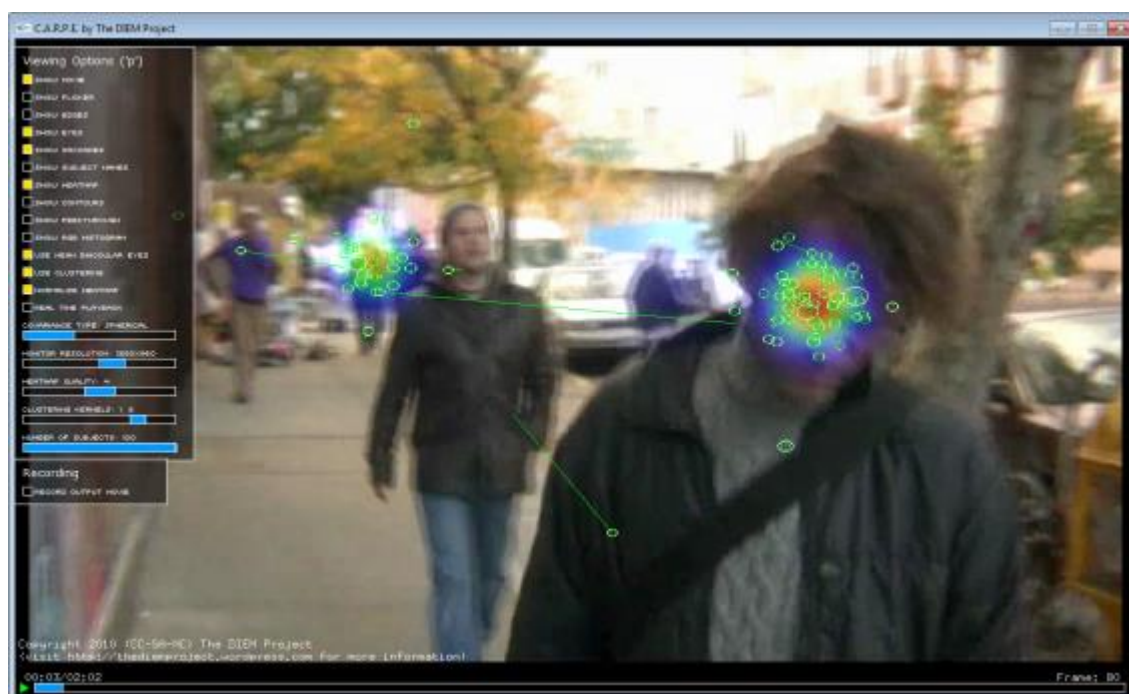


Obr. 3.3.4.1 Hlavní okno programu iComponent.

### 3.3.5 Carpe

Program vznikající na Edinburhské univerzitě v rámci projektu Dynamic Images and Eye Movements pod vedením Johna M. Hendersona, Ph.D. Carpe slouží k analýze vizuálních záznamů získaných za pomoci eye-trackeru. Pokud je zvolen kompaktní ve formě brýlí, lze zkoumat běžné lidské činnosti jako je chůze či řízení automobilu,

protože respondent není limitován prostorem jako u laboratorního měření. Dále lze využít klasické měření u obrazovky počítače, na které je vyobrazeno požadované video. Výsledkem experimentu může být simulace chování lidského zraku v konkrétní situaci a prostoru, specifikace rozptylových elementů nebo nejatraktivnějších oblastí. Pro správnou funkci je nutné nainportovat video záznam a naměřená eye-tracking data. Na základě těchto informací jsou poté vykresleny fixace v podobě bodů a heat mapy na podkladové video. Pro další účely je takto upravené video možné vyexportovat (thediemproject.wordpress.com, The DIEM Project – Dynamic Images and Eye Movements, 2011).



Obr. 3.3.5.1 Hlavní okno programu Carpe.

## 4 OGAMA

Open source software OGAMA obsahuje velké množství nástrojů pro práci s eye-tracking daty. Jejich možnosti začínají samotným počátečním měřením dat s použitím modulu pro záznam dat eye-trackery až po složité analytické nástroje pro výzkum fixací, sakád a oblastí zájmu. Tento software je navržen pro co nejjednodušší a intuitivní ovládání. Z tohoto důvodu není vybaven obsáhlým návodem a nový uživatel je tak odkázán na stručné popisky u jednotlivých tlačítek nebo na fórum komunity. Právě proto byla provedena analýza tohoto programu a popsána funkcionalita nástrojů a vlivu různého nastavení jejich parametrů na výsledek. Jednotlivé funkce byly testovány na stimulech s kartografickou tematikou. Pro správný běh programu je nutné nainstalovat kromě samotného programu OGAMA i řadu dalších produktů. Proto je v práci zahrnut i postup této instalace.

### 4.1 Instalace programu

OGAMA je vyvíjena v prostředí Microsoft Visual Studio a kódována v C# z toho vyplývá, že se jedná o nativní Win32 aplikaci. Díky tomu je její instalace možná pouze na počítačích využívajících systémy Microsoft Windows. Pro správný běh programu OGAMA je před samotnou instalací nutno zajistit instalaci a nastavení několika dalších produktů. Konkrétně se jedná se o balíček knihoven od firmy Microsoft .NET Framework<sup>1</sup>, relační databázový a analytický nástroj Microsoft SQL Server Express<sup>2</sup> a Adobe Flash Player<sup>3</sup>. Následující návod zahrnuje pouze důležité části instalace, ve kterých je potřebné provést úpravu parametrů.

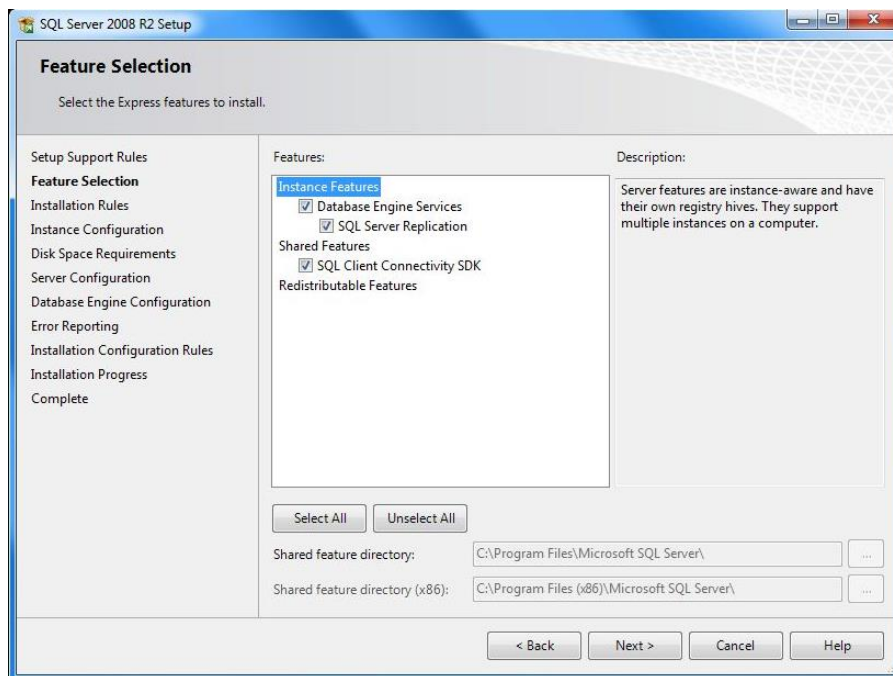
Při instalaci programu Microsoft SQL Server je nejprve nutné provést výběr vyžadovaných komponent. Pro správný běh programu je potřebné vybrat všechny části (viz. obr. 4.1.1). Pro pokračování je nutné zvolit tlačítko „Next“.

---

<sup>1</sup> <http://www.microsoft.com/cs-cz/download/details.aspx?id=30653>

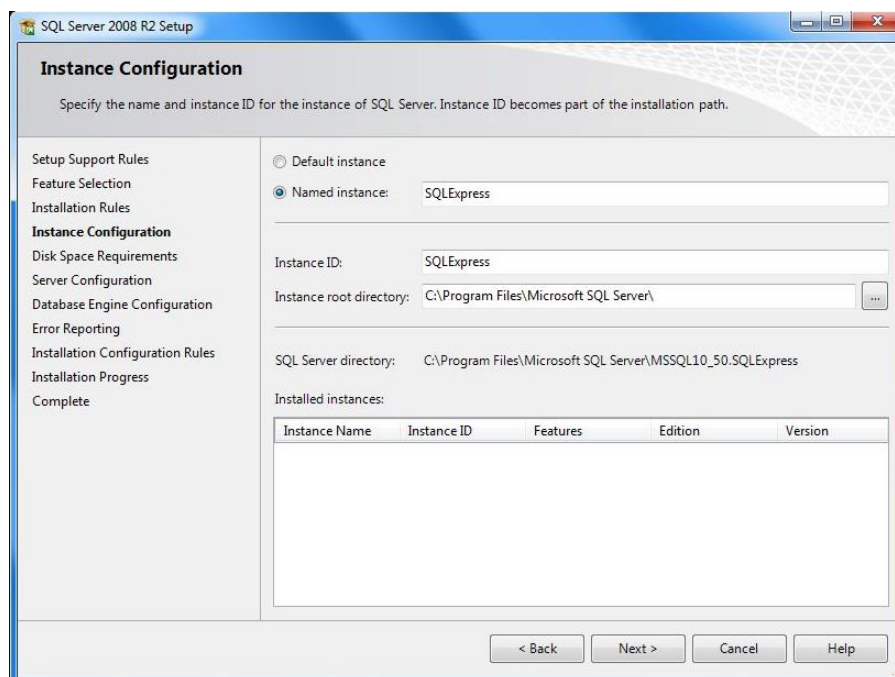
<sup>2</sup> <https://www.microsoft.com/sqlserver/cs/cz/>

<sup>3</sup> <https://get.adobe.com/cz/flashplayer/>



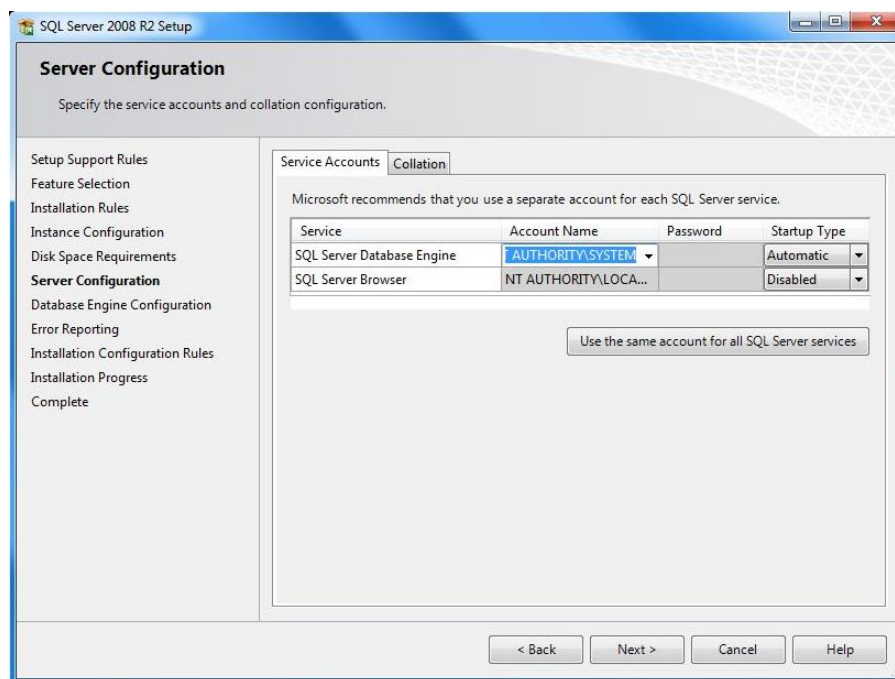
Obr. 4.1.1 Instalace Microsoft SQL Server a výběr komponent programu.

Na obrazovce „*Instance Configuration*“ je možné specifikovat nastavení instalovaného databázového serveru. Nabízí se možnost jeho pojmenování pro jeho pozdější snadnou identifikaci, nebo určit složku sloužící pro ukládání dat (viz. obr. 4.1.2). Dále lze pokračovat opět tlačítkem „*Next*“.



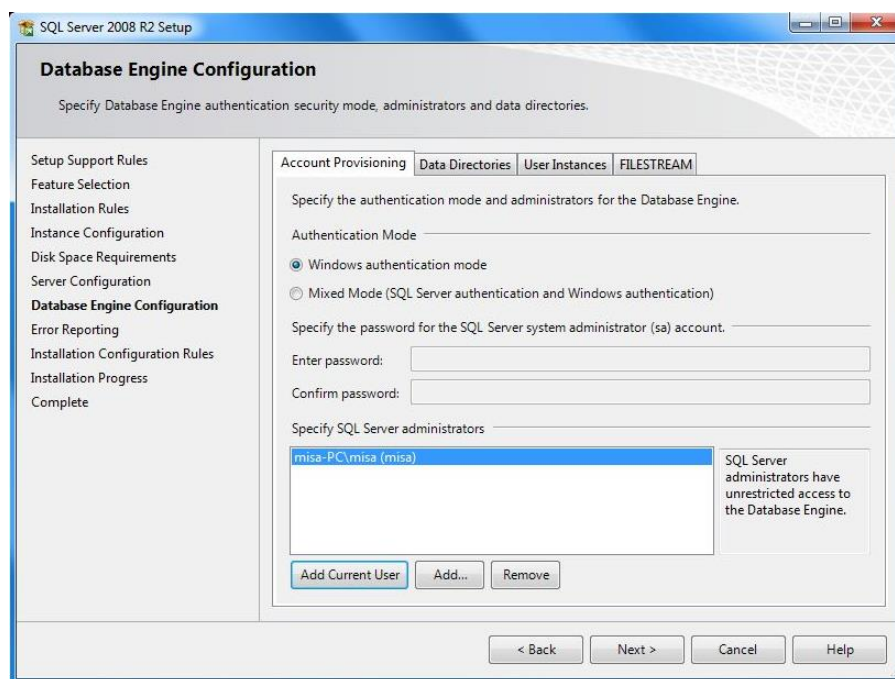
Obr. 4.1.2 Instalace Microsoft SQL Server a nastavení identifikačních hodnot serveru.

Dále dochází k zobrazení nabídky „*Server Configuration*“. Ta slouží k nastavení práv jednotlivých služeb v systému. Pro službu SQL Server Database Engine je nutné zajistit přístup do systému. To lze provést klikem myši na nabídku pod atributem „*Account Name*“. Z té je následně nutné vybrat variantu obsahující slovo „*SYSTEM*“. (viz. obr. 4.1.3). Ostatní hodnoty zůstávají v defaultním nastavení. Do další nabídky lze pokračovat tlačítkem „*Next*“.



Obr. 4.1.3 Instalace Microsoft SQL Server a nastavení přístupových práv.

Na obrazovce správy uživatelských účtů je nutné přidat jednotlivé uživatele, kterým bude umožněna práce s programem. Přidání právě přihlášeného uživatele v systému Microsoft Windows lze provést kliknutím na tlačítko „*Add Current User*“. Ostatní uživatele je možné přidat přes tlačítko „*Add*“. Pokud je tato specifikace hotova, lze pokračovat tlačítkem „*Next*“.



Obr. 4.1.4 Instalace Microsoft SQL Server a definování uživatelských účtů.

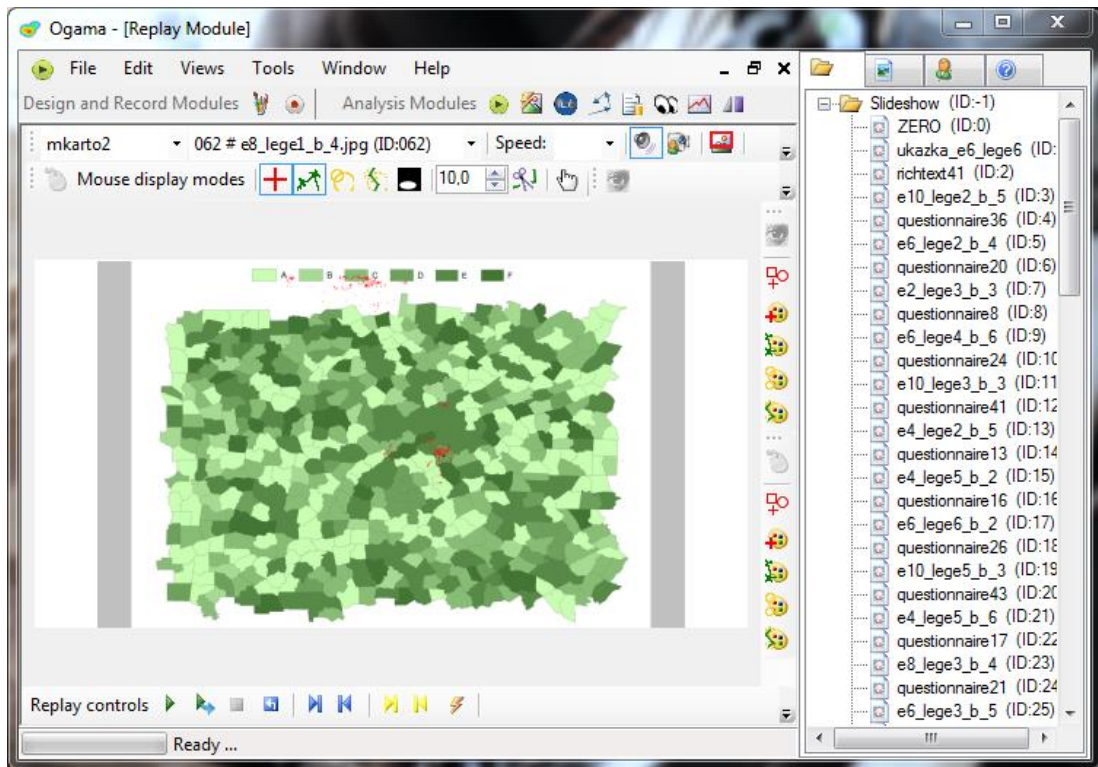
## 4.2 Hlavní okno programu

Základní okno programu OGAMA se skládá z několika částí. Mezi ty patří panel nabídek nacházející se v horní liště okna. Pod ním je umístěn panel s ikonami, které umožňují snadné spuštění jednotlivých modulů. Další nepostradatelnou součástí je prohlížeč obsahu právě otevřeného projektu, ten je umístěn v pravé části okna.

V textovém panelu nabídek jsou umístěny základní, přesto nepostradatelné příkazy. Konkrétně se jedná o základní souborové operace s experimentem jako je jeho vytvoření, uložení či uzavření. Uživatel je vyvolá z nabídky „File“. Významným pomocníkem pro usnadnění práce, který se taktéž nachází v této nabídce, je záznam posledních experimentů. Ten zobrazí seznam jednotlivých projektů, se kterými uživatel v poslední době pracoval. Poslední volbou této nabídky je možnost pro ukončení programu.

Další nabídkou je „Edit“. V ní lze nalézt základní operace pro práci s obsahem jako je kopírování, vyjmutí a vložení. Kromě toho se zde nachází příkaz „Save Image“. Ten provede export právě vizualizovaného stimulu v jeho původním rozlišení. Tento export je ve formátu běžného obrázku ve formátu jpg. V případě, že na stimulu dochází k zobrazení naměřených dat ať ve formě heatmapy, scanpath, kružnic nebo bodů. Je tento stav na exportu také zachován. Tato funkce je velice vhodná k tvorbě obsahu pro případnou prezentaci výsledků experimentu, kdy dochází k vybrání pouze zájmové oblasti bez rušivých částí, jako je například rám okna programu a podobně. Tato funkce je funkční ve všech modulech s výjimkou statistického (Statistic Module).

V nevázané příloze této práce je umístěn podrobný popis funkcí tlačítek jednotlivých modulů.



Obr. 4.2.1 Hlavní okno programu OGAMA.

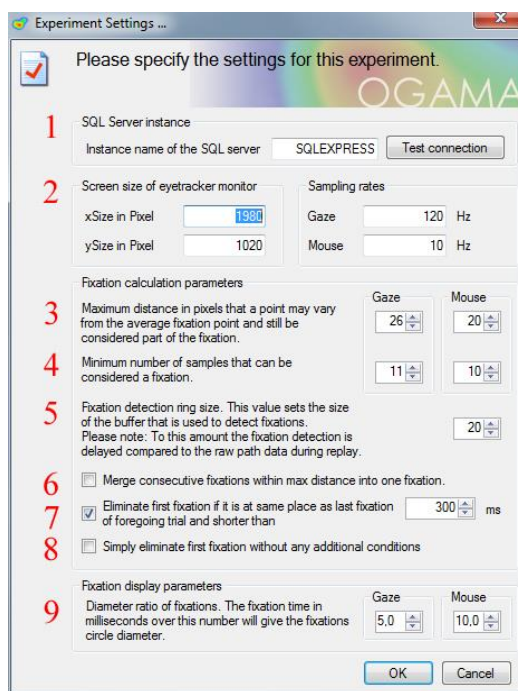
Nabídka „Views“ uživateli nabízí rychlé přepínání mezi jednotlivými moduly programu OGAMA. Okamžitě se lze dostat do režimu tvorby prezentace experimentu, samotného spuštění testování či nástrojů pro analýzy získaných dat. Přes možnost „Close Active Module“ je možné uzavřít právě aktivní modul. Přes tuto nabídku lze přizpůsobit vzhled programu, kdy je možné skrýt statusový řádek či pravý kontextový panel s údaji o právě otevřeném projektu.

V nabídce „Tools“ se nachází pomocníci pro usnadnění práce. Příkladem může být spuštění průvodce pro import již naměřených dat do právě otevřeného experimentu. Další je nástroj pro nastavení spojení mezi softwarem a databází nainstalovanou na počítači. Přes tuto nabídku se lze snadno dostat i do nastavení základních parametrů projektu, které byly zadány při jeho vytvoření. Přizpůsobení programu převážně po stránce vizuální je možné pomocí příkazu „Options“. Jeho výběrem dojde k zobrazení okna s parametry grafického znázornění dat v jednotlivých modulech, jako je barva čar, jejich velikost či styl. Je tak možné vybrat nejvhodnější formu vizualizace na základě charakteru stimulu.

Ke správě oken znázorňující obsah jednotlivých modulů slouží záložka „Window“. Obsahuje příkazy pro uspořádání jednotlivých oken kaskádově, horizontálně či vertikálně vedle sebe. Nachází se zde i seznam právě otevřených oken modulů, který umožňuje snadný přechod mezi nimi. Tato funkce se stává velice výhodnou v případě otevření většího množství oken, kdy se uživatel dostává jedním kliknutím přímo do požadovaného.

### 4.3 Nastavení projektu

Při vytváření nového projektu zobrazí OGAMA dialogové okno, ve kterém je nutné nastavit jeho parametry. Podle zadaných hodnot následně pracuje s naměřenými či importovanými daty. Okno je možné vyvolat i z kontextové nabídky kdykoliv během práce.



Obr. 4.3.1 Okno se základním nastavením experimentu.

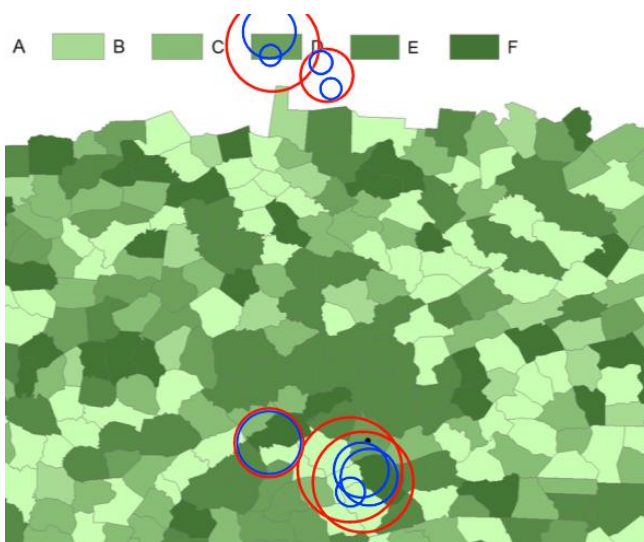
**1** – úprava používané instance SQL serveru nacházející se na počítači a tlačítko pro otestování jejího správného propojení s programem.

**2** – nastavení rozlišení obrazovky a vzorkovací frekvence eye-trackeru při záznamu očního pohybu a aktivity myši během experimentu.

**3** – parametr vstupující do algoritmu pro výpočet fixací. Nejprve proběhne vyhledání shluků konstantních bodů v naměřených či importovaných datech. Ty se stávají základem budoucích fixací. Pro jednotlivé shluky jsou následně vypočítány centra jejich umístění. Poté kolem nich dojde k vykreslení kružnic o poloměru uživatelem zadaného parametru. Ten určuje maximální vzdálenost bodu od center, ve které může dojít ještě k jeho připojení. Jeho hodnota je uváděna v pixelech.

Vyšší hodnota tohoto parametru vede ke sloučení menších fixací. Tuto hodnotu by měl uživatel vždy volit v závislosti na charakteru experimentu a na požadavech pro následné analýzy. Na obrázku 4.3.2 je patrné, že zvýšení průměru kružnice kolem center z 20 pixelů na 40 vede ke sloučení fixací. V tomto případě získáváme lepší přehled o délce jednotlivých fixací na stimulu.



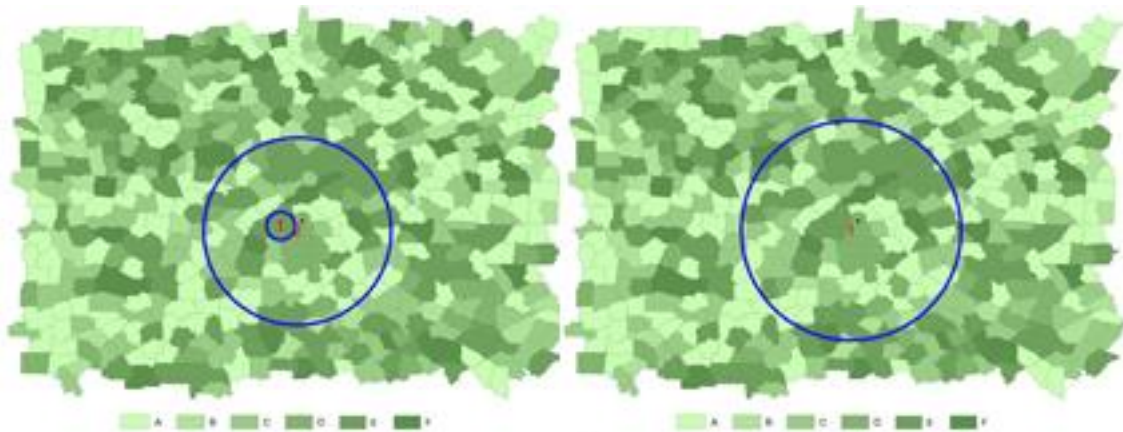


Obr. 4.3.2 Rozdíl v zobrazení fixací vlivem různého nastavení parametru Maximum distance (červená 40 px, modrá 20 px).

**4** – druhý parametr vstupující do algoritmu pro sestavení fixací. Jeho hodnota stanovuje minimální počet naměřených bodů, které musí obsahovat shluk ohraničený kružnicí o poloměru hodnoty „Maximum distance“. Pokud je jejich počet nižší než hodnota tohoto parametru, nedojde k vytvoření fixace. Autor programu OGAMA Voßkübler říká, že zadaná hodnota by měla být volena podle vzorkovací frekvence záznamu dat. Pro 60 Hz se jeví dostatečné 5 naměřených vzorků, ale například pro frekvenci 500 Hz by jejich počet neměl klesnout pod 40. Z toho lze odvodit jednoduchý vzorec pro výpočet této hodnoty, ve kterém stačí vzorkovací frekvenci vynásobit hodnotou 0,083.

**5** – tento parametr by měl ovlivňovat znázornění fixací v modulu Replay. Bohužel jeho změna na výsledek neměla žádný vliv.

**6** – výběrem této volby dochází ke sloučení po sobě jdoucích fixací, která mají umístěna centra ve vzájemné vzdálenosti menší než je zadaná hodnota parametru „Maximum distance“. Tato situace může nastat při špatném vymezení jednotlivých fixací. Díky tomu dojde k rozdělení po sobě následujících naměřených bodů, které odpovídají určité fixaci do dvou částí a program je následně považuje za dvě nezávislé fixace. Na obrázku 4.3.3 je znázorněn vliv této funkce. Vpravo je neaktivní a na stimulu dochází k vyobrazení dvou fixací v téměř shodné oblasti. Pro správnou interpretaci atraktivity tohoto místa je však výhodnější provést jejich sloučení, viditelné v pravé části obrázku.



Obr. 4.3.3 Vliv parametru č. 6 (vlevo volba neaktivní, vpravo aktivní).

7 – tato volba slouží ke zpřesnění výsledků. Umožňuje odstranění první fixace, která má shodné umístění jako poslední na předcházejícím stimulu. Ta nemusí vypovídat o atraktivitě aktuálního snímku, ale vychází z umístění zraku respondenta před jeho zobrazením. Vliv této nepřesnosti lze minimalizovat umístěním centrovacích snímků do experimentu. Ty slouží k přemístění očního kontaktu vždy do stejného místa označeného křížem. Z něj následně začíná záznam dat po zobrazení zkoumaného stimulu. Další možností je využití této funkce. Také lze definovat minimální dobu trvání první fixace. Pokud bude nižší než zadaná hodnota, dojde k jejímu odstranění.

8 – výběrem dojde vždy k odstranění první fixace bez ohledu na její vlastnosti.

9 – v tomto poli lze zvolit hodnotu indexu, který má vliv při zobrazení fixací pomocí kružnic na jejich průměry. Ty jsou přímo závislé na jejich délce trvání. Vypočet je proveden jako podíl celkové délky trvání fixace zadaným indexem. Výsledná hodnota je v pixelech.

## 4.4 Naměření a import dat

Pro vypracování této práce bylo nutné získat ukázková data, která slouží jako zdroj informací pro následné eye-tracking analýzy. Nejprve kvůli snaze odstranit závislost na komerčních produktech, mělo jejich samotné naměření proběhnout přímo v programu OGAMA. Po úspěšném propojení se záznamovým zařízením a sestavením experimentu byla však zjištěna chyba v zaznamenaných surových datech. Z tohoto důvodu bylo nutné pro jejich naměření zvolit jiný program a následně najít způsob pro jejich import.

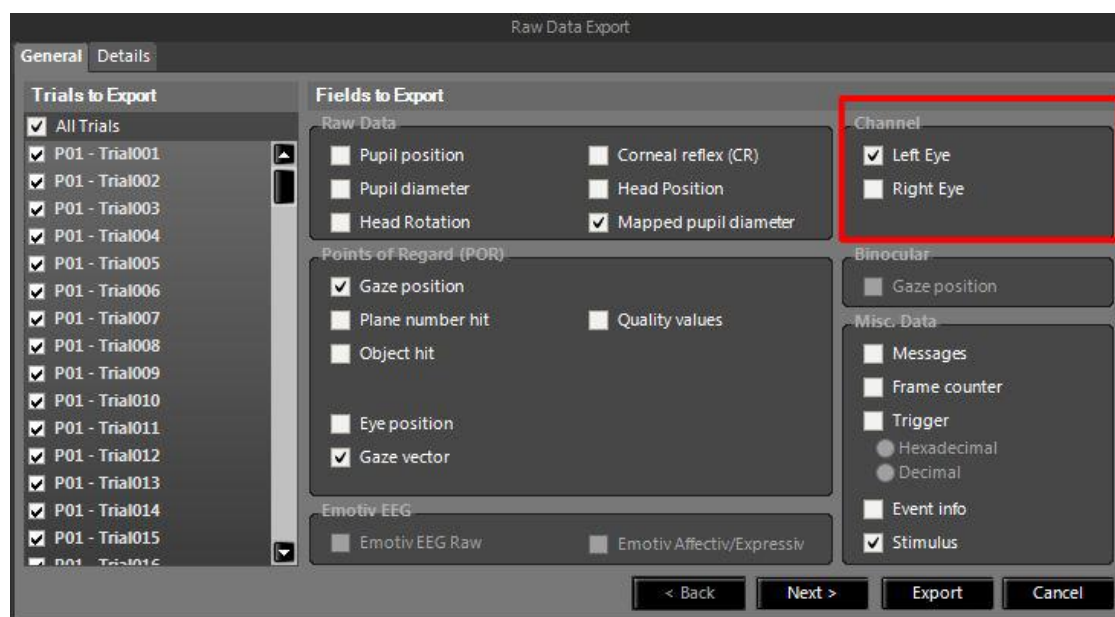
### 4.4.1 Naměření dat

Záměrem práce bylo odstranění závislosti na komerčních placených produktech a využití potenciálu volně dostupných alternativ. Pro analýzy, podle nichž jsou popsány jednotlivé funkce programu OGAMA, bylo nutné získat vstupní data. Nejprve byla snaha provést experiment přímo v něm, protože obsahuje samostatný modul pro záznam dat. Propojení se zařízením SMI RED 250 proběhlo v pořádku. Avšak po provedení experimentu bylo zjištěno výrazné odchýlení naměřených dat

od skutečného pohledu respondenta. Tato odchylka nebyla konstantní, tudíž ji nebylo možné z dat odstranit. Po kontaktování autora softwaru byla zjištěna chyba přímo ve zdrojovém kódu. Z tohoto důvodu musela být vstupní data naměřena v komerčním produktu SMI Experiment Center.

#### 4.4.2 Příprava dat pro import

Pro přenos dat ze softwaru SMI je nejprve nutné data upravit do tvaru, který akceptuje OGAMA. Tento proces začíná exportem naměřených dat. V okně s možnostmi exportu dat je zapotřebí vybrat záznamy naměřené pouze pro jedno oko. To je nutné z důvodu, že OGAMA neumí zpracovat informace o pohybu obou očí. Nastavení okna pro export záznamů se zvýrazněným místem výběru dat naměřených pro určité oko je na obrázku 4.4.2. Není důležité, zda se jedná o pravé či levé. Kromě této volby je nutné provést výběr volby „Gaze position“. Tento parametr vloží do výstupního textového souboru polohu oční zornice, která je nutná pro výpočet fixací. A volby „Stimulus“, která vkládá názvy použitých stimulů.



Obr. 4.4.2 Nabídka exportu dat v produktu SMI Experiment Center.

Dalším krokem je transformace exportovaných dat do podoby umožňující jejich import do programu OGAMA. K tomuto účelu byl sestaven program v prostředí Visual Basic, který tento proces zcela zautomatizuje.

#### 4.4.3 Transformace dat pomocí skriptu

Spuštění transformačního skriptu se provádí pomocí souboru COTOS.exe. Po jeho otevření se zobrazí úvodní okno programu, v jehož levé části je umístěna nabídka pro výběr požadované funkce. V ní je nutné pro transformaci zvolit možnost „Převod vstupních dat“. Proces lze následně zahájit tlačítkem „Zahájit převod dat“. Také je zde umístěno zaškrtnávací pole „upravit označení respondentů z SMI“. Jeho výběrem je

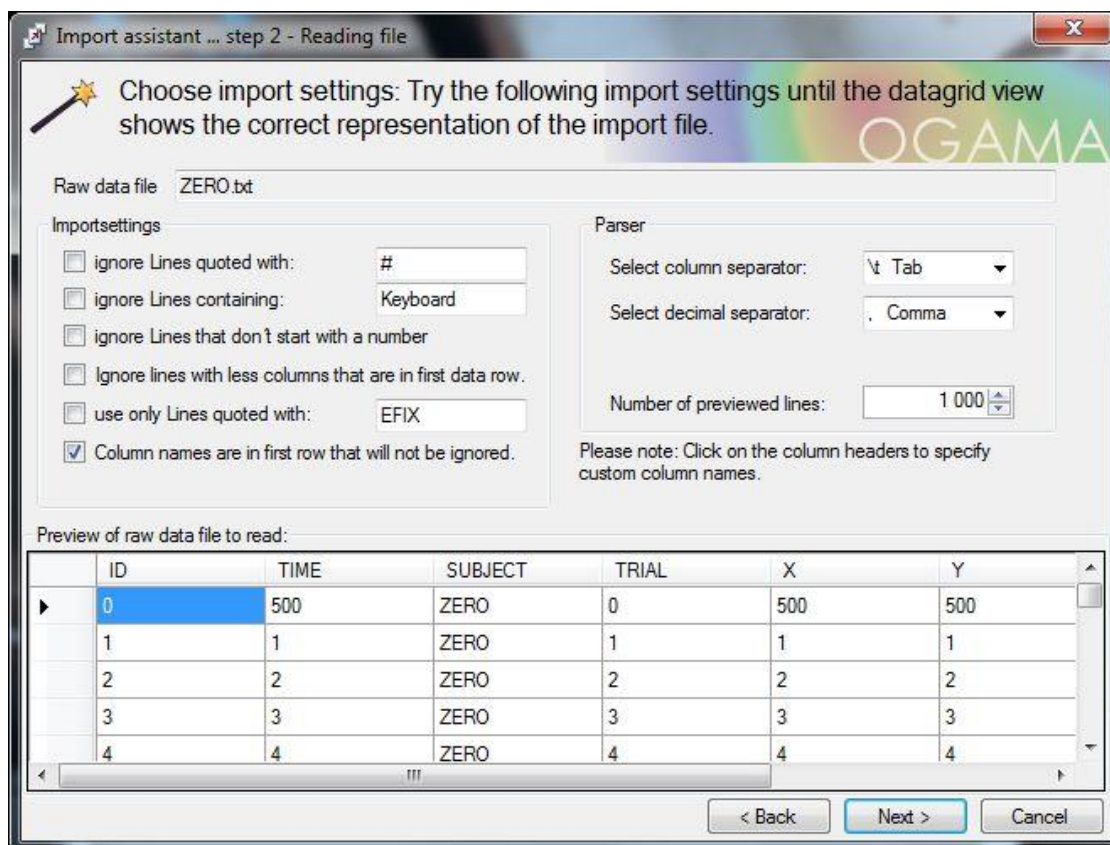
umožněna úprava názvů respondentů během běhu programu. Pokud není vybráno, jsou jejich názvy odvozeny ze souborů z SMI. Program obsahuje kontrolu názvů pro úspěšný import do aplikace OGAMA. Ty nesmí začínat číslicí a obsahovat jiné než alfanumerické znaky. V případě, že dojde ke zjištění zakázaných znaků, je uživateli nabídnuto okno umožňující jejich úpravu. Po spuštění dojde k zobrazení dialogového okna, ve kterém je nutno nejprve vybrat složku, v níž se nachází pouze soubory vyexportované z programu SMI. Po jejím výběru dojde k zobrazení dalšího okna s možností výběru složky pro uložení transformovaných dat upravených pro import do programu OGAMA. V průběhu převodu dat, pokud je volba pro úpravu uživatelů vybrána, je zobrazováno dialogové okno s možností úpravy označení respondenta právě zpracovávaného souboru. Pokud má být zachováno jeho označení z SMI, není nutné provádět úpravy a rovnou lze pokračovat tlačítkem „OK“. V případě, že má dojít k vynechání právě transformovaného souboru, lze to provést prostřednictvím tlačítka „Storno“. Pro snadnou orientaci v již definovaných uživateli jsou jejich názvy přeneseny do pole v hlavním okně programu. Zároveň s upravenými daty je vytvořen i soubor ZERO.txt, který musí být naimportován první a slouží ke správnému přiřazení snímků stimulů.

#### 4.4.4 Import dat

Po dokončení transformace dat je možné zahájit samotný import. Ten se provádí přímo v programu OGAMA. Nejprve je nutné vybrat z nabídky „Tools“ příkaz „Import gaze or mouse samples“. Po jeho vybrání dojde k otevření nového dialogového okna obsahujícího informace pro úspěšný import. Dále lze pokračovat pomocí tlačítka „Start“. Ve výběrovém okně je nutné se připojit ke složce s již upravenými daty. Tento postup umožňuje import pouze po jednotlivých respondentech, není možné jejich hromadné přidání. Nejprve je nutné vybrat vytvořený a uspořádaný soubor „ZERO.txt“, OGAMA následně zobrazí dotaz, zda má využít pro import soubor s nastavením. V tomto souboru jsou uloženy parametry importu požadované v následujících krocích. Díky tomu lze rozsáhlý import dat značně urychlit. V případě, že již došlo k jeho vytvoření, je možné ho vybrat. Pokud sestaven ještě nebyl, je nutné pokračovat volbou „Ne“.

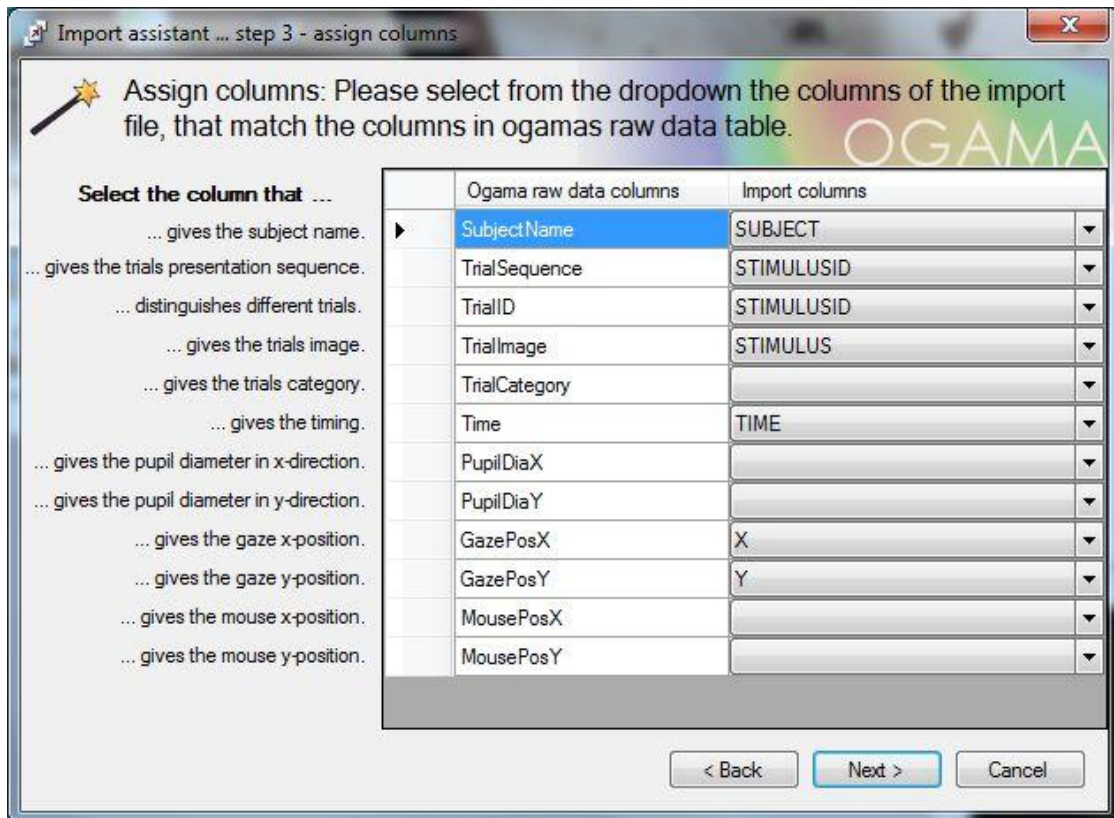
Poté se na obrazovce objeví okno, ve kterém je nutné zadat parametry popisující strukturu importovaných dat, jako je použitý oddělovač dat a podobně. Z možností v levé části okna je vybrána pouze poslední „Column names are in first row that will not be ignored“. Jejím výsledkem je načtení záhlaví souboru s názvy sloupců, jenž označuje jednotlivé parametry. Těmi jsou v tomto případě identifikátor záznamu, čas, ve kterém došlo k měření, pojmenování respondenta, trialu a umístění zraku vyjádřené souřadnicemi X, Y. V právě části okna se nachází možnost volby separátoru mezi záznamy. Jako oddělovač sloupců v atributu pojmenovaném „Select column separator“ je nutné vybrat tabulátor – volba „\t Tab“. Pod ním se nachází volba oddělovače číselných hodnot s popisem „Select decimal separator“. Zde je použita tečka, proto z nabízených možností je zapotřebí vybrat „Comma“. Poslední parametr ovlivní pouze množství záznamů zobrazených v náhledu. Ten může sloužit pro kontrolu správnosti předchozího nastavení, po kterém musí být data uspořádána do struktury

viditelné na obr. 4.3.1. Po dokončení nastavení tohoto okna lze pokračovat tlačítkem „Next“.



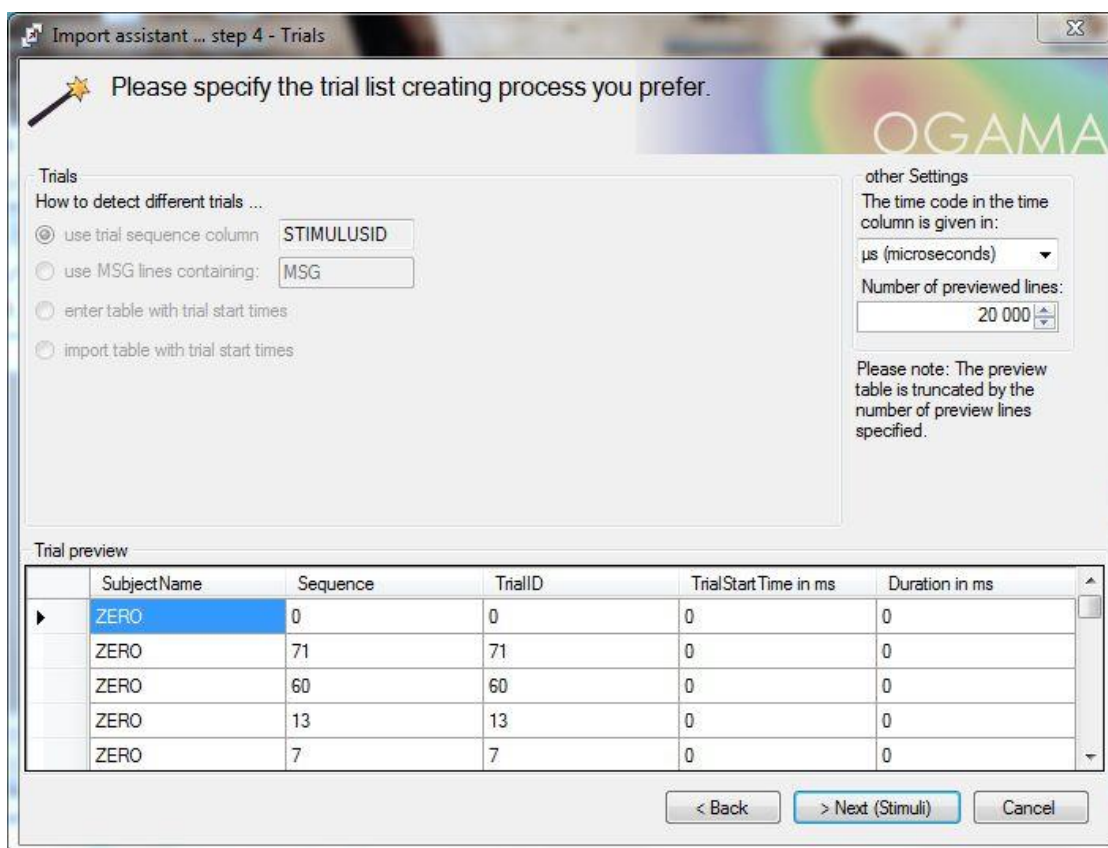
Obr. 4.3.1 Správné nastavení parametrů pro import do programu OGAMA.

Tím dojde k zobrazení dalšího okna, ve kterém je potřebné každému sloupci importovaných dat přiřadit správný význam, se kterým pracuje samotná OGAMA. Jedná se o přiřazení těchto parametrů: označení respondenta, trialu, název snímku použitého jako trial, časové údaje experimentu a naměřené souřadnice oka. Označení pro identifikaci respondenta se nachází pod parametrem „*SubjectName*“. V datech se jedná o sloupec se záhlavím „*Subject*“. Údaje o trialu se ukrývají pod parametry „*TrialSequence*“ a „*TrialID*“. U obou je nutno vybrat sloupec dat s označením „*STIMULUSID*“. Název obrázku, který byl zobrazen jako stimul, je uložen ve sloupci „*Stimulus*“. OGAMA tuto informaci označuje parametrem „*TrialImage*“. Poslední zdrojové údaje se týkají naměřených pozic oka. Jejich označení je „*X*“ a „*Y*“. Tyto souřadnice je nutno připojit k parametrům „*GazePosX/Y*“. Souřadnice si musí vzájemně odpovídat, to znamená souřadnice X v importovaných datech slouží jako vstup souřadnic X pro program OGAMA a naopak. V případě záměny by zobrazená data nekorespondovala se skutečným průběhem experimentu. Po dokončení výběru je nutné pokračovat tlačítkem „*Next*“.



Obr. 4.3.2 Přiřazení atributů importovaným datům.

V dalším okně lze provést kontrolu správnosti rozdělení dat k jednotlivým atributům v připraveném náhledu. Také je zde zahrnuta volba jednotky importovaných časových údajů. Ty se z programu SMI nachází ve formátu mikrosekund. Proto v nabídce s výběrem tohoto parametru vybereme „ $\mu s$  (microseconds)“. Poté je možné pokračovat tlačítkem „Next“.



Obr. 4.3.3 Výběr jednotky importovaných časových údajů.

Následně stačí spustit import tlačítkem „*Start Import*“. Aby nebylo nutné neustále vyplňovat stejné parametry pro import dalších respondentů, je vhodné toto nastavení uložit do externího souboru a na začátku importu provést jeho načtení. Tento soubor lze použít i pro další experimenty pokud bude struktura dat zachována. Pro import dalších respondentů je postup nutné opakovat, díky externímu souboru s nastavením je však tento proces značně urychlen.

Na závěr je nutné přkopírovat snímky jednotlivých stimulů importovaného experimentu do projektu aplikace OGAMA, kde je pro ně určena složka s názvem „*SlideResources*“. Pokud by došlo k vynechání tohoto kroku, jednotlivé analýzy by se vyobrazily nad prázdnou plochou.

#### 4.4.5 Import informací o oblastech zájmu (AOI)

Definované oblasti zájmu v programu SMI je nejprve nutno vyexportovat. Soubor s těmito informacemi je kódován ve formátu XML. Ten jednotlivé atributy řadí do párových tagů. OGAMA tyto údaje potřebuje transformovat do klasického textového formátu. Pro tento účel byl vytvořen program v prostředí Visual Basic s názvem COTOS. Po jeho spuštění je nutné vybrat funkci pro transformaci AOI dat. Tato volba je umístěna v pravé části hlavního okna programu pod názvem „*Převod AOI*“. Samotné spuštění procesu se následně provede tlačítkem „*Transformace AOI*“.

Nejprve dojde k zobrazení okna pro výběr požadovaného souboru exportovaného z SMI, po jeho výběru dojde k zahájení převodu.

Po jeho dokončení jsou transformovaná data umístěna do paměti počítače a také zobrazena v okně programu. Následně stačí v programu OGAMA v modulu Areas Of Interest kombinací kláves CTRL a V provést jejich vložení. Tímto krokem se na vybraném stimulu zobrazí přenášené oblasti zájmu.

Program také umožňuje vyexportování transformovaných dat do textového souboru pro pozdější využití v případě, kdy není možné data okamžitě vložit. Tento proces se provádí tlačítkem „Exportovat AOI“. K následnému importu je nutné otevřít soubor a data zkopírovat do schránky počítače. Dále je postup shodný s předchozí situací.

## 4.5 Replay module

Pro znázornění dynamického průběhu experimentu je v programu OGAMA určen Replay modul. Ten po výběru respondenta a trialu zobrazí průběh testování ve formě video záznamu. Vizuální znázornění fixací je ve formě kružnic. Jejich průměr je opět ovlivněn jejich dobou trvání. Uživatelé se naskytá možnost ovlivnění jejich rozměrů pomocí zadaného parametru. Pole pro jeho zadání však není umístěno přímo v okně modulu a je nutné ho specifikovat v základním nastavení projektu. V něm se nachází pod označením „Diameter ratio of fixations“. Nižší hodnota tohoto parametru snižuje rozdíly velikostí kružnic mezi kratšími a delšími fixacemi. Vyšší naopak tyto rozdíly zdůrazní. Sakády jsou vyobrazeny ve formě linií. Grafické atributy všech znázorňovaných prvků, jako jsou barvy, tloušťky čar a podobně je možné přizpůsobit.

Pro snadnější identifikaci právě se odehrávající fixace je možné její zvýraznění. Díky tomu se vykreslí na světlé ploše, kdežto zbytek stimulu je zabarven do odstínu šedi. Tato funkce se jeví výhodnou v okamžiku většího množství zobrazovaných dat. Kdy se orientace v nich může stávat obtížnou. K podobnému účelu slouží také funkce, jež dokáže ovlivnit počet fixací zobrazených v jeden okamžik.

Průběh přehrávání lze ovlivnit pomocí funkce pro zrychlení nebo zpomalení záznamu. Dále lze specifikovat začátek a konec přehrávaného úseku. Zajímavou funkcí je automatické přehrání celého testování konkrétního respondenta, kdy dochází k automatickému přechodu mezi stimuly. Celý vytvořený záznam lze vyexportovat ve formě videa. Další nepostradatelnou funkcí je přiblížení. Ta funguje jako lupa a díky ní je možné analyzovat i drobné detaily nebo místa se složitým průběhem.

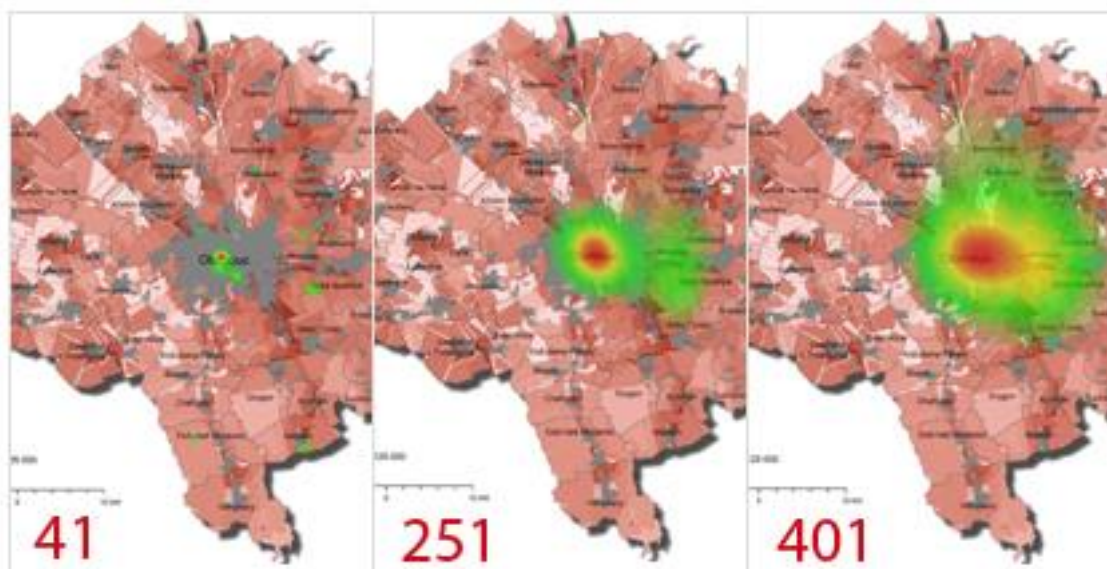
Modul je taktéž schopen znázornit pouze naměřená neupravená data ve formě linií. Kromě záznamu očního pohybu lze pracovat i s daty o práci s myší. Pokud je během experimentu pořízen také záznam respondenta pomocí kamery, je možno tyto data naimportovat a spárovat s vykreslením fixací. Poté je možné identifikovat abnormality, které mohou být způsobené smíchem, odchýlením zraku od obrazovky a podobně.



## 4.6 Attention Map Module

Modul určený k analýze nejatraktivnější oblasti stimulu, kterou vizualizuje pomocí heatmapy. Ta je vytvořena na základě již sestavených fixací, pocházejících od jednoho či více respondentů. Ve srovnání s Fixations modulem lze tedy získat ucelenější výsledek, který není založen pouze na vnímání jednotlivce. K sestavení obrazu je využíváno Gaussova rozdělení. To lze ovlivnit parametrem „*Gaussian kernel size*“, který ovlivňuje velikost jeho jádra. Na jehož základě následně dochází ke snižování prostorové diference vstupujících fixací. To ve výsledku vede k jejich koncentraci a vytvoření jediné nejvýznamnější oblasti na stimulu.

Vliv jeho velikosti je patrný na obrázku 4.6.1, kde v levé části se nachází výsledek s hodnotou nastavenou na 41. Ta je poměrně nízká a nedochází tak k velkému shlazení rozdílů ve vstupních datech. Rozdílnost dat je však natolik velká, že je není možné koncentrovat do jediné oblasti. Díky tomu je zobrazeno více bodů, ve kterých byla naměřena vysoká míra fixace. Vliv zvyšující se velikosti parametru je patrný ve střední části obrázku, kde je nastavena jeho velikost na 251 a také v pravé části s hodnotou 401. Zde dochází k minimalizaci rozdílů a přeskupení dat do centrální nejatraktivnější oblasti. Také je zde patrné, že došlo k významnému ovlivnění přesnosti výsledné analýzy. V případě použití vysokých hodnot dochází k tak výraznému shlazení rozdílů, že výsledná oblast pokrývá i místa, ve kterých nedošlo k naměření žádných fixací. Je ho tedy nutné nastavit vždy podle charakteru vstupních dat a požadavků výzkumu. Pole určené k jeho definování je umístěno v horní liště modulu.



Obr. 4.6.1 Závislost parametru Gaussovi distribuce na výslednou analýzu.

Modul dále zahrnuje funkci, která přidává váhu jednotlivým fixacím podle délky jejich trvání. Místa, ve kterých respondenti strávili delší čas, poté získávají větší vliv na výsledek. Před jejím výběrem je nutné zvážit, zda je toto ovlivnění žádoucí. V některých případech může mít i nepříznivý účinek. Jedná se například o situace,

kdy stimul obsahuje grafické prvky, které vyžadují delší dobu pozornosti pro získání informace. Díky tomu je oční kontakt respondenta v tomto místě delší, ale ne díky jeho vyšší míře atraktivity.

Vstupující fixace pro následnou analýzu lze také ovlivnit výběrem určitého pořadí. Díky tomu lze studovat například vždy první zaznamenané fixace jednotlivých respondentů nebo jiné.

Grafické znázornění je možné přizpůsobit výběrem z již předdefinovaných barevných palet nebo snadno vytvořit vlastní. Jako v předchozích modulech se i zde nachází ve spodní části časová osa umožňující zvolení části experimentu určeného ke studiu a funkce lupy.

## 4.7 Saliency Module

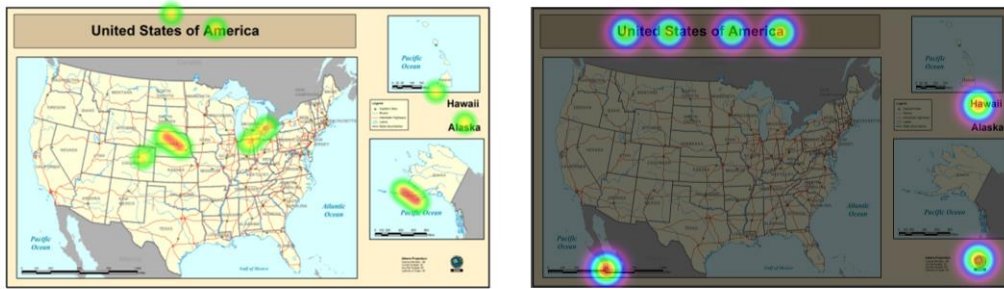
Modul Saliency slouží ke znázornění oblastí na stimulu, které se od svého okolí výrazně odlišují a strhávají tak více respondentovi pozornosti. K tomu nevyužívá naměřená data, ale počítačový algoritmus, který provede analýzu konkrétního stimulu. Ten byl vyvinut na University of Southern California v Los Angeles a do programu OGAMA byl s určitou modifikací zaimplementován.

Nejdůležitější vlastnosti snímku, na jejichž základě probíhá vyhodnocení, jsou barva, směr, orientace a intenzita. Ty jsou nejprve vyjádřeny v samostatných vrstvách a na závěr sloučeny do tzv. mapy asymetrie. (Niebur, 2007)

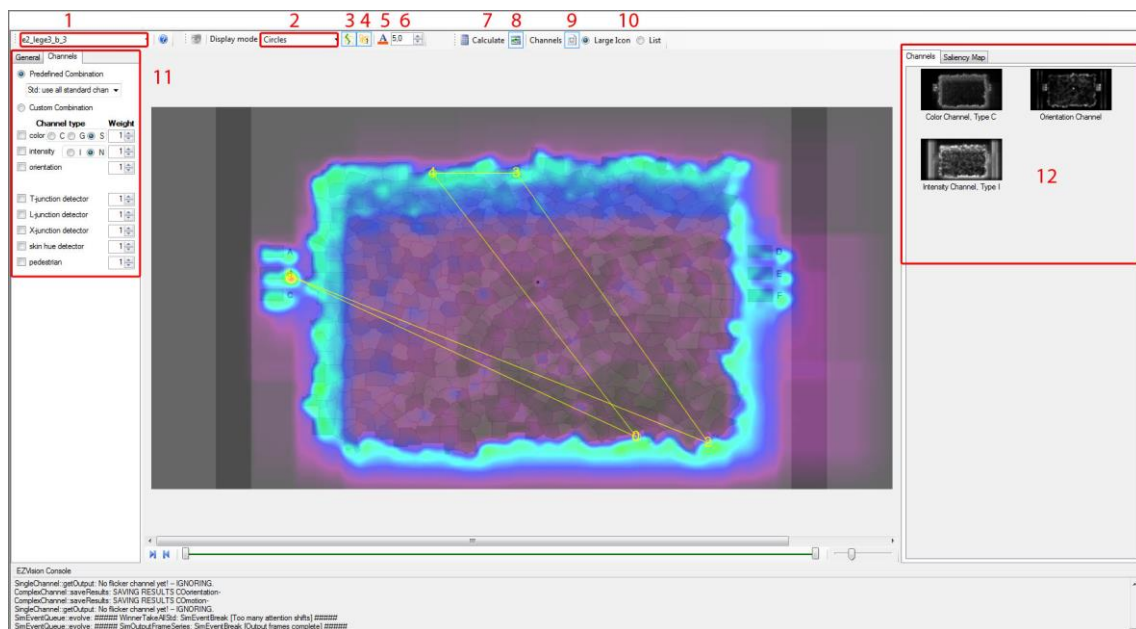
Podstatou procesu však není pouze vizuální charakteristika snímku, ale i fyziologie vnímání lidského mozku. Díky jeho zapojení může také dojít k projevu zkušeností jedince, kdy některé podmínky na jejich základě mohou být zesíleny či naopak oslabeny. (Otevřelová, 2014)

Program OGAMA nabízí uživateli možnost přizpůsobení výsledné saliency mapy změnou váhy jednotlivých atributů snímku nebo vybrání pouze určitého. Zahrnuje také již předdefinované kombinace nastavení. Rozsah analýzy je možné ovlivnit nastavením konečného počtu fixací nebo stanovením časového limitu. K jejich znázornění je možné využít heatmapu, body, kružnice či spotlight.

Kartografické uplatnění modulu může spočívat v analýze již vytvořených map, kdy je možné simulovat vnímání jednotlivých kompozičních prvků. Na základě těchto znalostí lze následně provést úpravy jejich grafické podoby nebo umístění. Lze také získat přehled o prvcích, které mohou svou atraktivitou strhávat nežádoucí pozornost. Výhodou je eliminace potřeby respondentů pro získání výsledků. Avšak ty se od skutečného vnímání mohou významně odlišovat vlivem již zmiňovaných zkušeností. To je patrné na obrázku 4.7.1, kdy algoritmus nepředpokládá pohled na méně výrazné mapové pole vůči prvkům v jeho okolí. Díky zkušenostem respondenta je mu však naopak věnována vysoká pozornost.



Obr. 4.7.1 Srovnání vizualizace skutečně naměřených dat (vlevo) a saliency mapy (vpravo).



Obr. 4.7.2 Okno modulu Saliency.

## 4.8 Scanpaths module

Jedná se o modul, který je určen k vizualizaci nejatraktivnějších oblastí jednotlivých stimulů experimentu. K tomu využívá metod heatmapy, spotlight, teček a kružnic. Ve výsledku umí znázornit také zaznamenané kliky myši. Kromě statického výsledku umí vytvořit i dynamický záznam. Ten však není plynulý jako v modulu Replay, ale skokový, po uživatelem definovaných časových úsecích. Rozsah vstupních dat do modulu lze ovlivnit prostřednictvím okna respondentů, které je jeho součástí. Výsledek tak může odpovídat jednotlivcům, skupinám nebo zahrnout všechna naměřená data.

### 4.8.1 Fixace

Při výběru vizualizace pomocí kružnic jsou na podkladu tvořeným stimulem vykresleny kružnice. Ty odpovídají jednotlivým fixacím. Jejich střed je vždy umístěn do centra fixace a průměr je vypočítáván na základě vzorce, který vychází z poměru délky fixace a zadaného indexu, nastaveným uživatelem v základním nastavení projektu.

Tento index je umístěn také do panelu v horní části tohoto modulu. Tím je umožněna jeho snadná změna.

Podobnou variantou je zobrazení pomocí teček. Fixace jsou namísto kružnic znázorněny tečkami. Nevýhodou je jejich stálá velikost, bez možnosti volby závislosti na délce fixace. Naopak výhodou je jejich kompaktnost, kdy pokrývají malý prostor na stimulu. Tečky jsou umístěny do středů odpovídajících fixací.

Volba „*Spotlights*“ významná místa znázorní pomocí světlých skvrn. Méně významné jsou naopak zobrazeny v šedém odstínu. Tyto vysvícená místa neodpovídají jednotlivým fixacím, ale dochází k jejich seskupení a znázornění pouze nejsledovanějších oblastí. Tato volba je vhodná pro případy, kdy je žádoucí z výsledku odstranit méně významné oblasti a naopak zvýraznit opravdu atraktivní.

Samozřejmostí je možnost přizpůsobení vlastností jednotlivých zobrazovacích metod, jako jsou barvy, velikosti jednotlivých prvků a styly. Ty mohou být definovány pro vytvořené skupiny uživatelů nebo pro každého individuálně. Díky tomu uživatel získává opravdu silný nástroj pro rozlišení vizualizovaných výsledků. Pro maximální vypovídající hodnotu lze fixace opatřit číselným pořadím a doplnit vyobrazení sakád pomocí linií.

V případě požadavku na vykreslení sakád nebo číselného pořadí fixací, je nutné zvolit metodu zobrazení „*None*“. Ta zajistí, že nedojde k vykreslení fixací.

#### **4.8.2 Podobnost trajektorií**

Modul obsahuje i nástroj pro stanovení podobnosti naměřených dat jednotlivých respondentů. K jejímu stanovení je nutné nejprve vytvořit oblasti zájmu. To lze provést dvěma způsoby. Jejich definováním v modulu Areas of Interest nebo prostřednictvím tlačítka č. 7 (obr. 4.8.2.2), kdy dojde k vytvoření pravidelné sítě, která počtem oblastí ve vertikálním a horizontálním směru odpovídá hodnotě parametru č. 8 (obr. 4.8.2.2). Před volbou je nutné zvážit, zda je požadavkem posouzení podobnosti na stimulu jako celku nebo pouze v jeho částech.

Výsledná podobnost je určena na základě pořadí navštívení vytvořených oblastí zkoumanými respondenty. V případě, že dojde k fixaci, zaznamená se oblast, v níž se nachází. Ve výsledku pak získáváme řetězec znaků, který vyjadřuje průběh experimentu a přechod mezi jednotlivými místy na snímku. Na základě tohoto řetězce jsou vypočítávány podobnosti mezi vzorky.

První podobnost Loci, která v řetězcích sleduje totožné znaky odpovídající fixacím ve shodných oblastech. Podle nich následně dochází k určení míry shodnosti obou řetězců. Pro výsledek není důležité pořadí navštívení míst. Výsledek 100 % vyjadřuje maximální shodu dat.

Druhá podobnost je vypočítávána na základě Levenshteinovy vzdálenosti. Ta je definována jako minimální počet úprav nutných pro přeměnu prvního řetězce v druhý. Mezi základní úpravy patří vkládání, mazání či nahrazení. U této metody je kromě navštívených oblastí důležité i jejich pořadí.

V případě potřeby výběru pouze určitých respondentů obsažených v experimentu, je možné provést jejich výběr prostřednictvím nabídky v levé části modulu. Pro zpřehlednění je vhodné také jejich rozdělení do skupin prostřednictvím Database modulu. Klíč k rozdělení může být například pohlaví, věk či vzdělání. Tyto data lze vyexportovat do textového souboru pro použití v dalším softwaru jako je například EyePatterns.

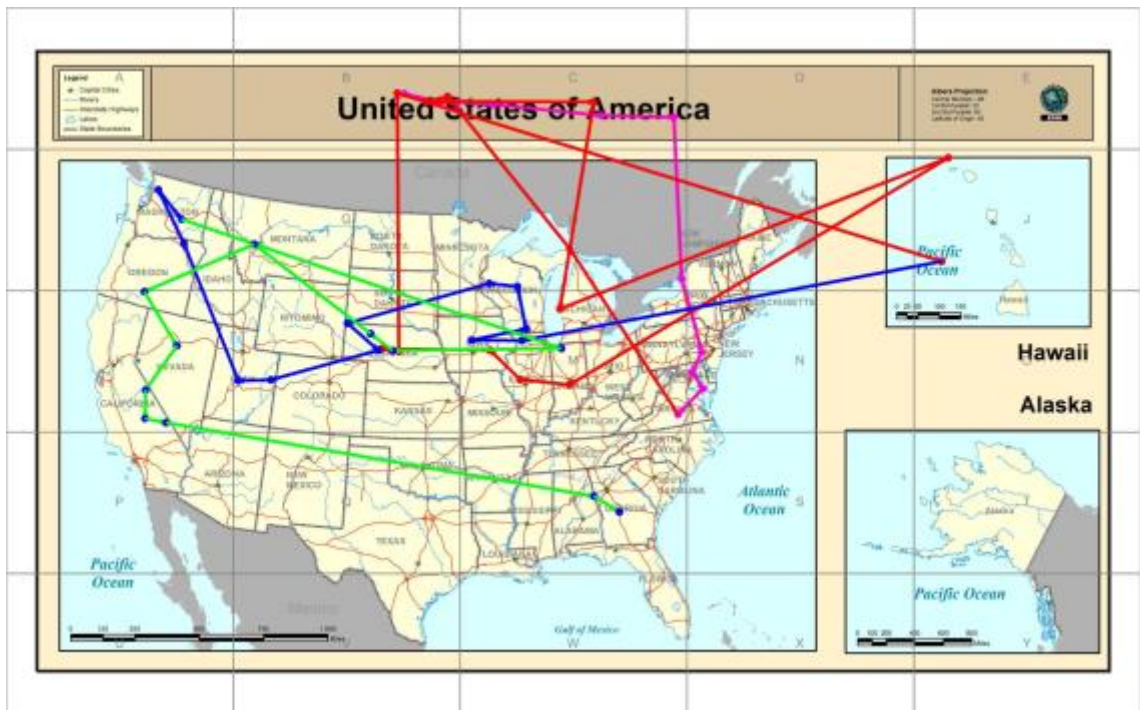
Příkladem využití může být posouzení postupu při čtení mapy. Na jednotlivých klíčových prvcích jako je legenda, název, mapové pole, měřítko a tiráž se vytvoří oblasti zájmu. Po provedení naměření dat lze vyvodit podobnost postupu získávání informací z mapy prostřednictvím vygenerovaných řetězců. Pro analýzu vlivu například vzdělání, lze respondenty seskupit a provádět porovnání mezi těmito skupinami. Výsledky takového experimentu lze vidět v tabulkách 4.8.2.1 a 4.8.2.2.

Tab. 4.8.2.1 Loci podobnost mezi respondenty

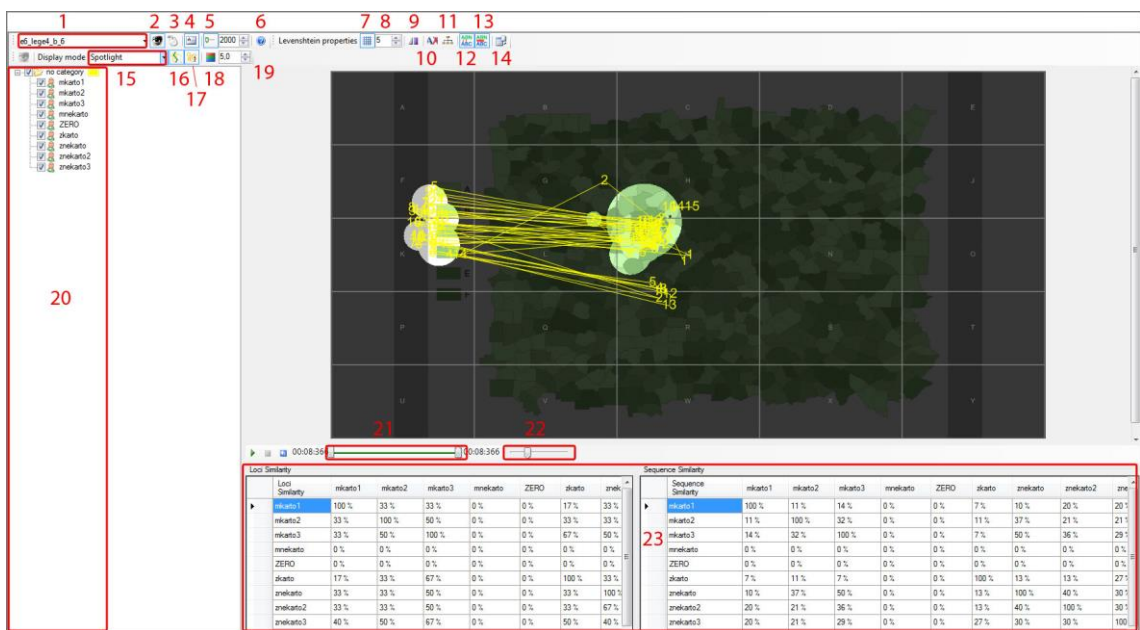
<b>Respondent</b>	Kartograf 1 (purpurová)	Kartograf 2 (červená)	Nekartograf 1 (modrá)	Nekartograf 2 (zelená)	<b>Sekvence navštívení zájmových oblastí</b>
Kartograf 1	100 %	57 %	40 %	20 %	MBBBCCCHNNNNM
Kartograf 2	57 %	100 %	43 %	29 %	MHBBCMJMMMLLBJO
Nekartograf 1	40 %	43 %	100 %	40 %	MMMMHHLLLLFFF
Nekartograf 2	20 %	29 %	40 %	100 %	MLLGKKKKKRR

Tab. 4.8.2.2 Sequence podobnost mezi respondenty

<b>Respondent</b>	Kartograf 1 (purpurová)	Kartograf 2 (červená)	Nekartograf 1 (modrá)	Nekartograf 2 (zelená)	<b>Sekvence navštívení zájmových oblastí</b>
Kartograf 1	100 %	27 %	8 %	8 %	MBBBCCCHNNNNM
Kartograf 2	27 %	100 %	27 %	7 %	MHBBCMJMMMLLBJO
Nekartograf 1	8 %	27 %	100 %	8 %	MMMMHHLLLLFFF
Nekartograf 2	8 %	7 %	8 %	100 %	MLLGKKKKKRR



Obr. 4.8.2.1 Stimul s oblastmi pro výpočet podobnosti v modulu Scanpaths.



Obr. 4.8.2.2 Okno modulu Scanpaths.

## 4.9 Database module

Správu dat v experimentu a úpravu jejich atributových hodnot zajišťuje tento modul. Jedná se o databázového klienta, který díky uživatelskému rozhraní umožňuje snadnou editaci informací. Data jeho prostřednictvím lze také importovat či naopak exportovat ve formě textové tabulky.

## Subjects

V záložce „*Subjects*“ se nachází údaje o jednotlivých respondentech zahrnutých v experimentu. OGAMA pro ně definuje několik popisných atributů. Jedná se o „*Category*“, „*Age*“, „*Sex*“, „*Handedness*“ a uživatelský komentář. Editace probíhá prostřednictvím přesunu kurzoru do vybraného pole a přímým zapsáním atributu. Při změně údajů je nutné vždy provést uložení tlačítkem s ikonou diskety v horní části okna. Při něm dochází k zápisu nových hodnot do databáze a je tak možno s nimi dál pracovat i v ostatních modulech. Avšak jedná se především o popisné informace, které nemají vliv na výpočet eye-tracking proměnných, jako jsou sakády nebo fixace a slouží tak především pro zlepšení orientace uživatele v datech. Uspořádání hodnot lze měnit kliknutím na záhlaví sloupce, podle kterého má dojít k seřazení. Lze volit vzestupné či sestupné uspořádání.

## Subject parameters

V této záložce lze provést přidání atributů do uživatelem definovaných parametrů. Ty je však nejprve nutné vytvořit v záložce „*CustomParams*“. Následně je zapotřebí provést výběr respondenta v záložce „*Subjects*“ k němuž se má nový atribut přiřadit. To lze provést pouhým kliknutím myši na jeho odpovídající záznam. Posledním krokem je výběr parametru z nabídkové roletky a zápis jeho hodnoty do sloupce „*ParamValue*“. Za pomoci této funkce lze zapisovat další údaje k jednotlivým respondentům. Ty mohou být potřebné ke správnému vyhodnocení experimentu. Vytvořené parametry lze také zahrnout do generovaných tabulek ve statickém modulu.

## CustomParams

Uživatelsky definované atributy lze vytvořit v nabídce „*CustomParams*“. Jeho název je nutné vložit do pole „*Param*“ a pro další uživatele, kteří s výslednou prací budou pracovat, je vhodné vložit jeho popis do pole „*Description*“. Po uložení je již možné s ním pracovat.

## Raw data

Surová data lze prohlížet v záložce „*Raw data*“. Uživateli je také dovoleno provádět jejich editaci, avšak k ní by měl přistupovat pouze v případě znalosti důsledku svého zásahu. Úpravami dojde k ovlivnění naměřených dat pomocí eye-trackeru a tím může být dosaženo odlišných výsledků v analyzačních modulech. Vytvoření nového záznamu nebo odstranění existujícího není dovoleno. Pro jednoznačnou identifikaci je každý záznam opatřen jedinečným ID číslem a názvem respondenta, který byl testován. V případě zapnutí filtru (viz. obr. 4.9.1) je proveden výběr dat souvisejících s označeným trialem v záložce „*Trials*“ a zkoumaného subjektu. Jeho výběr lze provést v záložce „*Subject*“ jednoduchým poklepnutím, poté dochází k selekci dat a zobrazení požadovaných.

ID	SubjectName	TrialSequence	Time	PupilDiaX	PupilDiaY	GazePosX	GazePosY	MousePosX	MousePosY	EventID
1	mkarto1	1	0			900,539...	504,769...			
2	mkarto1	1	9			926,770...	514,080...			
3	mkarto1	1	17			940,190...	512,739...			
4	mkarto1	1	25			966,349...	512,059...			
6	mkarto1	1	42			981,469...	516,719...			
7	mkarto1	1	50			957,500...	517,200...			
8	mkarto1	1	59			897,619...	519,700...			
5	mkarto1	1	66			976,979...	524,080...			
9	mkarto1	1	67			976,320...	530,880...			
10	mkarto1	1	75			973,090...	530,390...			

Obr. 4.9.1 Database Modul s vyznačením tlačítkem pro zapnutí filtru.

## Gaze Fixations

Zde se nachází informace o fixacích, které jsou vypočítány z naměřených surových dat. Jejich sestavení je možné ovlivnit změnou parametrů v základním nastavení experimentu. Jako v předchozích částech modulu i zde lze provést výběr požadovaných dat. Stačí vyselektovat konkrétního respondenta a trial.

Každá fixace má své jedinečné identifikační číslo, podle něhož ji lze jednoznačně rozpoznat. To je uvedeno v atributu „ID“. Dále je uvedeno označení respondenta a trialu, na kterém měření probíhalo. Pořadí fixace v daném měření je uvedeno ve sloupci „Count in trial“, je tak možné zjistit posloupnost v jaké po sobě následovaly. Časové údaje se nachází ve sloupci „Start Time“ a „Length“. „Start Time“ označuje počátek fixace v průběhu sledování snímku. Je vyjádřen v milisekundách. V poli „Length“ se nachází délka fixace také v milisekundách. Poloha fixace na snímku je vyjádřena pomocí pravoúhlého souřadnicového systému. Souřadnice X v poli „PosX“ a Y v poli „PosY“. Hodnoty jsou vyjádřeny v pixelech s počátkem v pravém horním rohu stimulu.

## Mouse fixations

V případě záznamu pohybu myši během experimentu, lze údaje o vygenerovaných fixacích prohlédnout v záložce „Mouse Fixation“. Jako u očních fixací jsou označeny jedinečným identifikačním číslem, podle něhož je lze přesně určit. Každému záznamu odpovídá konkrétní respondent a stimul, na kterém probíhalo měření. I ostatní atributy jsou totožné jako u očních fixací. Konkrétně se jedná o pořadí fixace, její počáteční čas a délku. Poloha je opět definována pomocí souřadnic X, Y. Samozřejmostí je výběr určitých dat pomocí funkce filtrace. Požadavek se sestavuje výběrem trialu a respondenta v předchozích záložkách.

## Areas of Interest

Tato část se zabývá vlastnostmi definovaných oblastí zájmu. Po výběru konkrétního trialu v „Trials“ dochází k zobrazení na něm definovaných AOI. Pro jednoznačné rozlišení je každý záznam označen jedinečným identifikačním číslem.



Při smazání oblasti nepřejímá další definovaná oblast její číselné pořadí, ale pokračuje v řetězci hodnot.

Všechna zájmová místa jsou přiřazena ke konkrétnímu stimulu, proto je zde zahrnut atribut, který ho přesně definuje. K usnadnění orientace uživatele mezi oblastmi je nabídnuta možnost jejich pojmenování. Informace s uživatelem definovaným názvem je umístěna v atributu „Name“. V tomto modulu se jedná o jediný editovatelný parametr.

Všechny ostatní je možné upravit pouze přímo v AOI modulu, ve kterém je umožněno vytvářet i nové oblasti. OGAMA podporuje jejich tři základní tvary. Jedná se o čtverec, „Rectangle“, definovaný čtyřmi body, které odpovídají jeho rohům. Jejich poloha je zapsána ve formátu pravoúhlých souřadnic X, Y s počátkem v pravém horním rohu stimulu. Velikost jednoho bodu odpovídá velikosti jednoho pixelu. Mezi další tvary patří kružnice nebo elipsa označovaná jako „Ellipse“. Ta je uložena ve formě souřadnic jednotlivých rohů čtverce nebo obdélníku, jenž ji obklopuje. Posledním tvarem, který nabízí velké množství přizpůsobení je libovolný mnohoúhelník. Jeho označení je „Polyline“ a v databázi je zaznamenán ve formě souřadnic vrcholů, které se nacházejí ve zlomových místech. U tohoto tvaru je důležité při přímém zápisu věnovat dostatek pozornosti pořadí jednotlivých bodů. Pokud nebude přesně dodrženo, dojde k sestavení jeho chybné podoby.

Identifikace tvaru je v parametru „Type“. Pro kontrolu správnosti definice je zde zahrnut i parametr s celkovým počtem bodů, ze kterých je složen. Tato hodnota je umístěna v poli „PtCount“. Poté již následuje samotný výčet bodů v atributu „Points“. Ten má přesně definovanou strukturu ve formátu „P0:(252.0;400.0)“. „P0“ je parametr pro vyjádření pořadí bodu oblasti. Znak „P“ je statický, dochází pouze ke změně po něm následující aritmetické hodnoty. Její hodnota odpovídá pořadí bodu v definici, počáteční hodnota prvního bodu je 0. Za tímto znakem následuje závorka s jeho souřadnicemi. Nejprve horizontální pozice X a poté vertikální Y. Jejich oddělení je zajištěno pomocí středníku. V dalším sledu se nachází další body tvořící oblast zájmu (viz. obr. 4.9.2).

ID	TrialID	SlideNr	Name	Type	NumPts	Points	Group
31	3	0	oblast1	Rectangle	4	P0:(485.0;207.5) P1:(625.0;207.5) P2:(625...	A
32	3	0	oblast2	Rectangle	4	P0:(769.0;305.5) P1:(1636.5;305.5) P2:(16...	A
33	3	0	oblast3	Rectangle	4	P0:(507.0;866.5) P1:(1374.5;866.5) P2:(13...	B

Obr. 4.9.2 Parametry definovaných oblastí zájmu.

Poslední záznam je příslušnost do uživatelem definovaných skupin, nachází se v parametru „Group“. Uživatel získává možnost rozdělení a seskupení oblastí, se kterými poté pracuje jako s celky. V této části databázového modulu není možné jejich samotné vytvoření, pouze selektování ze seznamu již existujících skupin a přiřazení k dané oblasti. Nové lze tedy definovat v záložce „Shape Groups“ nebo přímo v modulu Areas of Interest.

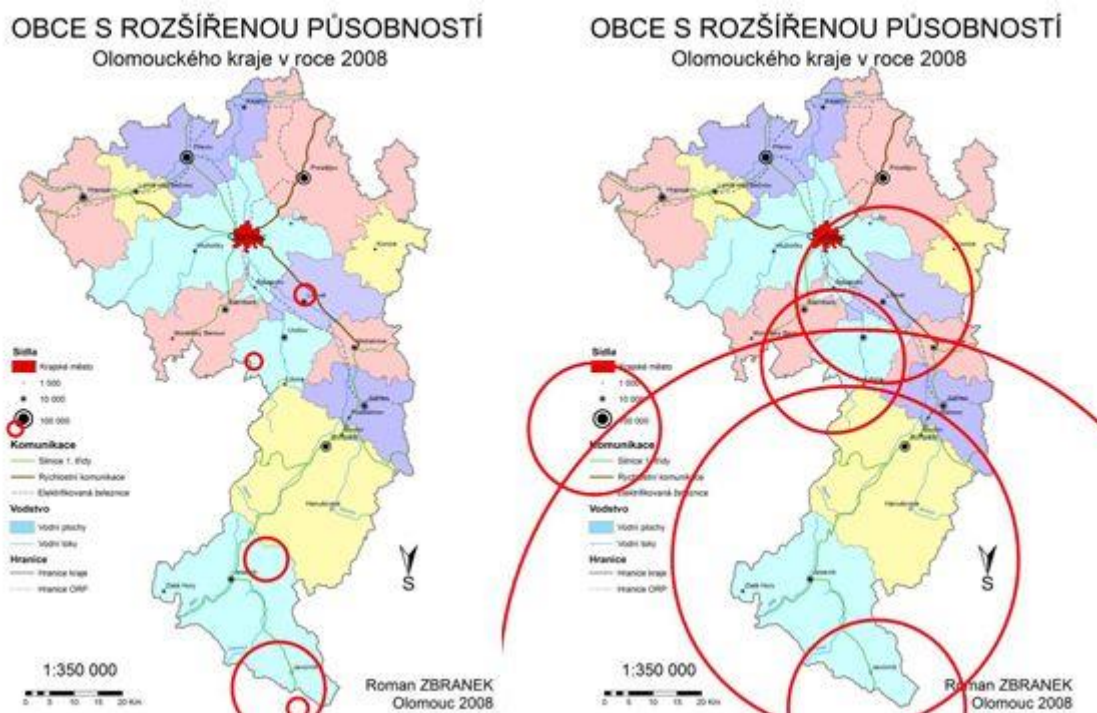
## Shape Groups

Poslední nabídka úzce souvisí s předcházející. Jejím hlavním úkolem je správa skupin oblastí zájmu. Je umožněna editace názvu již existujících a tvorba nových. Databáze obsahuje pouze dva parametry, které se k nim vztahují. Konkrétně číselný identifikátor v poli „ID“ a název v poli „ShapeGroup“. Vůči předcházejícím částem modulu je zde vyobrazen kompletní seznam skupin z celého experimentu, funkce filtru zde není funkční.

### 4.10 Fixations module

Tento modul je určen pro práci s fixacemi. Kromě jejich vizualizace v několika formách nabízí i tabulku s jejich parametry. Na výběr se nabízí jak oční fixace, tak zároveň i fixace aktivity myši. Zobrazení vždy odpovídá určitému trialu a respondentovi, jejich výběr lze provést přímo v tomto okně pomocí rolovacích nabídek.

Grafická podoba fixací může být v několika formách. Ve formě teček „Dots“, kdy je vždy umístěna tečka do centra fixace. Pomocí kružnic „Circles“, kdy střed kružnic odpovídá opět centru fixací a poloměr je přímo úměrný délce fixace. Tento poloměr lze ovlivnit pomocí parametru „Diameter ratio of fixations“ umístěného v horní liště modulu nebo v základním nastavení experimentu. Hodnota je následně určena jako podíl délky dané fixace v ms a tohoto parametru. Výsledná vzdálenost je v pixelech. Jako vhodná se jeví tato funkce v případech, kdy je žádoucí zvýšit důležitost fixací s delší dobou trvání. Rozdílnost nastavení je znázorněna na obrázku 4.10.1.



Obr. 4.10.1 Rozdílnost fixací vlivem různé hodnoty parametru „Diameter ratio of fixations“ (vlevo 2, vpravo 15).

Další možností je forma vysvícených míst neboli Spotlight. Ta vykreslí světlé kruhy na místa s největším počtem fixací a zbytek stimulu pokryje odstínem šedé barvy. Získáváme tak přehled o nejatraktivnějších oblastech na snímku. Volba „*AttentionMap*“ zobrazí fixace ve formě heatmap. Jedná se o barevné skvrny umístěné do míst s největší intenzitou fixací. Jednotlivé barvy mají přiřazenou určitou váhu, od nejintenzivnější intenzity vyjádřenou červenou barvou po méně významná místa v odstínech fialové. Pro vyjádření dynamického průběhu lze jednotlivým fixacím přiřadit hodnotu s jejich číselným pořadím. Také je možné vykreslit linie, které znázorňují přechody mezi nimi v průběhu experimentu.

Pokud je potřebné z výsledku vykreslit pouze určitý časový úsek, nabízí se funkce ovládaná pomocí časové osy ve spodní části okna. Jednoduchým posunutím posuvníku lze nastavit počátek a konec a vybrat tak pouze určitou část experimentu. Tento modul také umožňuje celkový posun dat v horizontálním i vertikálním směru. Díky tomu je možné provést korekce v případě zjištění pravidelných konstantních odchylek v naměřených datech.

Součástí modulu je i tabulka s informacemi o jednotlivých fixacích. Obsahuje informace o trialu, na kterém byly naměřeny a odpovídajícím respondentovi. Pro zjištění pořadí obsahuje hodnoty o počátečním čase fixace v průběhu měření a její délce. Z těchto hodnot je odvozeno pořadí fixací v atributu „*Count In Trial*“. Rozložení po stimulu je vyjádřeno pomocí souřadnicového systému X, Y. Uvedené hodnoty odpovídají pixelům obrazovky.

## **4.11 Statistics module**

Statistický modul nabízí velké množství statistických ukazatelů, které jsou vypočítané z naměřených dat. Díky tomuto modulu získává uživatel přehled o mnohých informacích, které mohou mít obrovský význam při závěrečném vyhodnocení experimentu. Ty se mohou vztahovat k určitému respondentovi nebo trialu či se nabízí možnost subjekty shlukovat do skupin a mezi nimi zkoumat vzájemné vazby. Pokud jsou v experimentu definovány oblasti zájmu, je možné zkoumat jejich vzájemné přechody, počet v nich zaznamenaných fixací nebo čas, který v nich strávil respondent.

### **4.11.1 Standart variables**

#### **Subject Information**

V této záložce je možné přehledně vyobrazit informace o jednotlivých subjektech. Tyto data však bylo nutné zadat při testování. V seznamu subjektů je možné provést výběr, který ovlivní jejich zobrazení ve výsledku. Parametry, o které se u jednotlivých respondentů zajímáme, lze vybrat v nabídce „*name and properties*“. Nabízí se údaje o označení respondenta, jeho věku, pohlaví, příslušnosti do vytvořených skupin a vytvořeném komentáři. Veškeré informace umístěné v těchto atributech lze

upravit v Database modulu. V něm lze také vytvářet nové parametry. Pro jejich zobrazení ve výsledku je nutné provést nejprve jejich výběr v sekci „*custom parameters*“.

### **Trial Information**

V této záložce se nachází informace o jednotlivých trialech obsažených v experimentu. Jedná se o sekvence, identifikační číslo, název, umístění ve vytvořené kategorii a statistické hodnoty. I zde je možno pracovat s jednotlivými snímky samostatně nebo je slučovat do různých skupin a nahlížet na ně jako na celky. Pro spuštění výpočtu statických dat je nutné mít vždy vybránu hodnotu „*Trial ID*“.

Mezi zajímavé základní údaje patří celková doba, kterou strávil respondent sledováním určitého stimulu. Tento údaj se nachází v parametru „*Duration*“ a je uveden v milisekundách.

Pokročilé statistické údaje se nachází v podkategorii „*Additional parameters*“. Jedná se o informaci obsahující procentuální plošné pokrytí oblastmi zájmu konkrétního stimulu. Dále údaj o datech, která nebyla vyhodnocena jako fixace. Tato hodnota je umístěna v atributu „*loss of data*“. Je uvedena ve formě počtu nebo procentuální vyjádření na celkovém objemu naměřených dat.

Při detekci pohledu mimo obrazovku, tedy mimo stimul, je tato skutečnost zaznamenána. Jejich množství lze zobrazit prostřednictvím parametru „*Samples out of monitor*“. Opět se zde nachází jak počet, tak i procentní vyjádření na celkových datech.

OGAMA umožňuje i vyhodnocení experimentu, ve kterém je zahrnuto dotazování pomocí kladených otázek. Aby tato funkce byla aktivní, je nutné vytvořit experiment přímo v tomto programu. Ve statistickém modulu je následně zobrazena vybraná odpověď a informace o její správnosti. Pro toto vyjádření jsou nastaveny defaultní hodnoty „*1*“ pro odpověď správnou, „*0*“ pro nesprávnou a „*-1*“ pro nezaznamenanou.

### **Gaze parameters**

V sekci „*Gaze parameters*“ se nachází velké množství dat o nejdůležitější části eye-trackingu a to vyhodnocení očních pohybů. V základních parametrech lze nalézt popis fixací. Konkrétně se jedná o celkový počet fixací vybraného respondenta na konkrétním stimulu. Pro zjištění dynamiky testování je užitečné průměrné množství fixací zaznamenaných během sekundy. Na základě informace o času stráveného u jednotlivých trialů a celkového množství fixací jsou vypočítány další hodnoty jako průměrná délka jejího trvání či medián vyjádřený v milisekundách. Pro studium rychlých očních pohybů neboli sakád uvádí OGAMA jejich průměrnou rychlost v pixelech za vteřinu nebo jejich průměrnou časovou délku. Také lze porovnávat jednotlivé respondenty na základě přístupu při zkoumání stimulu. Může se jednat o prozkoumávání pouze zajímavých míst nebo detailní celé plochy stimulu, které je charakteristické výrazně pomalejšími a kratšími sakádami.

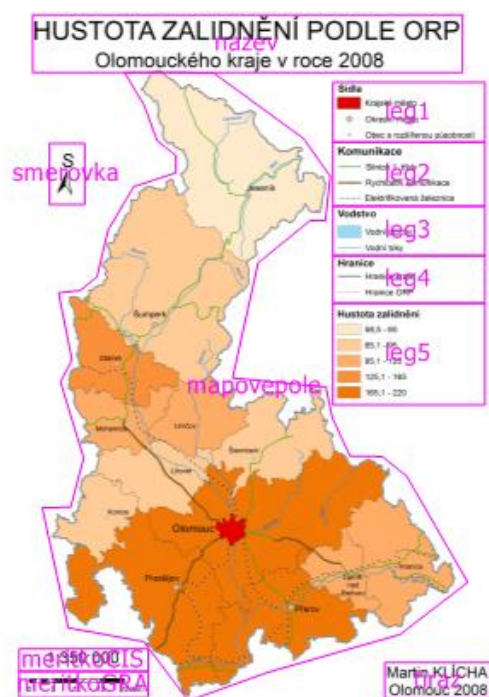
V této části modulu se nacházejí také informace o oblastech zájmu týkající se převážně jejich časových charakteristik. Z naměřených dat je pak možné získat čas do první fixace v zájmovém místě, čas do druhé fixace a také celkový čas fixace

respondenta. Tyto parametry mají definovány hodnoty pro zvláštní situace, „0“ – první fixace byla ihned v zájmové oblasti, „-1“ nedošlo v ní k fixaci, „-2“ oblast není definována. Další informace lze získat z přizpůsobitelných parametrů. Ty se nachází v pravé části této nabídky. Nejprve je nutné vybrat typ parametru. Nabízí se celkový fixační čas, čas od počátku měření do určité fixace. Požadované pořadí lze snadno vybrat prostřednictvím rolovací nabídky. Dále se nabízí celkový počet fixací nebo průměrná doba připadající na jednu fixaci. Ta je vypočítána na základě znalosti celkového fixačního času ve vybrané oblasti a celkového množství těchto fixací. Poslední charakteristikou je medián doby připadající na jednu fixaci.

Pro možnost zobrazení těchto atributů je nutné vybrat konkrétní AOI oblasti nebo skupinu. Výběr se provádí přímou selekcí z rolovací nabídky, ve které jsou zahrnuty záznamy z celého projektu. Pokud dojde k nastavení vybraného parametru a konkrétní oblasti, přidání se provede pomocí tlačítka „Add this variable to list“.

Pokud je dotaz připraven, kliknutím na tlačítko „start calculation“ se provede jeho sestavení. Kdykoliv během sestavování je ho možné přerušit použitím tlačítka „abort calculation“. To může být užitečné při velkém množství dat, kdy jejich zpracování může trvat neúměrně dlouho. Vytvořený seznam umí program vyexportovat v textovém formátu. Ten následně může sloužit jako zdroj dat pro další software nebo jako záloha.

Pro kartografické účely je možné využití této funkce například pro posouzení kvality sestavené mapové legendy. Nejprve je nutné definovat oblasti zájmu nad jejími úrovněmi, jako je to znázorněno na obrázku 4.11.1.1.



Obr. 4.11.1.1 Vytvoření zájmových oblastí nad stimulem pro následné analýzy.

Poté stačí vytvořit skupinu, do níž jsou tyto části pokrývající legendu vloženy. Díky tomu lze srovnávat jak jednotlivé úrovně vůči celku, tak i vzájemně mezi sebou. Možný výsledek je zobrazen na obrázku 4.11.1.2. V tomto případě došlo k výběru průměrné délky fixace. Na základě těchto informací lze posoudit průměrnou dobu respondenta, kterou se věnuje jednotlivým úrovním legendy a porovnat je s dobou fixace připadající na její celou plochu. Výsledek může sloužit pro analýzu náročnosti získání informací z jednotlivých částí a pro následné zvážení možnosti úprav.

Subject: Name	Gaze: Fixation duration mean at AOI Group: legenda	Gaze: Fixation duration mean at AOI:leg1	Gaze: Fixation duration mean at AOI:leg2	Gaze: Fixation duration mean at AOI:leg3	Gaze: Fixation duration mean at AOI:leg4	Gaze: Fixation duration mean at AOI:leg5
GIS1	274	279	311	467	217	217
GIS3	289	292	200	-1	200	354
GIS4	260	383	317	184	217	200
GIS6	789	750	750	717	900	-1
GIS9	237	247	189	-1	300	234
NonGIS1	261	233	367	-1	272	150

Obr. 4.11.1.2 Tabulka celkové doby fixace ve vytvořených oblastech zájmu.

### Mouse parameters

Pokud během experimentu dochází k záznamu pohybu myši, je možné ho analyzovat v části „*Mouse parameters*“. Jedná se o podobné parametry jako u předchozích záložek, pouze místo oční fixace se vyhodnocuje interakce s myší. Ať již kliknutí či pohyb kurzoru.

### Options

V záložce „*Options*“ je umožněno rozšířit oblasti zájmu o zadanou hodnotu v pixelech. Lze tak snadno upravovat selektované oblasti bez potřeby jejich editace. Při využívání této funkce je nutné věnovat pozornost oblastem nacházejícím se v těsném sousedství, kdy může dojít k jejich překrytu a tedy k výraznému ovlivnění výsledku kvůli duplicitě hodnot.

### 4.11.2 AOI Transitions

Tato funkce slouží k vyjádření přechodů mezi jednotlivými AOI oblastmi. Vůči ostatním obdobným funkcím v programu OGAMA dochází k vyjádření pouze jejich počtu. Jako vstupní data slouží oční fixace nebo záznam pohybu myši. Výsledek je možné přizpůsobit výběrem respondentů a trialů.

### 4.12 Areas Of Interest Module

Tento modul je určen pro práci s oblastmi zájmu. Umožňuje jejich vytváření, editaci či odstranění. OGAMA definuje tři druhy oblastí zájmu a to čtverec, kružnici a libovolný polygon. Vytvořené oblasti je možné pojmenovat pro jejich snadnou identifikaci nebo je sloučit do skupin. Významnou funkcí je vytvoření mřížky,

kteřá rozdělí stimul do pravidelných oblastí. Díky tomu dochází k pokrytí celého stimulu oblastmi zájmu a je tak možné studovat celý obraz. Vůči jejímu vytvoření ve Scanpath modulu je zde možné definovat rozdílný počet vertikálního a horizontálního členění.

Modul obsahuje i možnost výpočtu a vizualizace statistických hodnot jako je průměrná či celková délka fixace nebo jejich počet v odpovídající oblasti. Dále je mezi nimi schopen zobrazit přímé přechody. Ty mohou být vyjádřeny relativní nebo absolutní hodnotou. Jejich výpočet probíhá z dat respondentů, které uživatel vybral v záložce „*Subject*“. Pro podporu vyjádření rozdílů jednotlivých hodnot OGAMA vytváří kruhové obrazce v jejich pozadí. Jejich velikosti jsou přímo úměrné právě uváděným hodnotám. Přizpůsobení jejich velikosti je možné provést úpravou parametru „*Scale*“. Vytvořená data je možné exportovat v textové podobě a lze je tak snadno přenést mezi jednotlivými experimenty nebo softwary. Veškeré vizuální prvky lze graficky přizpůsobit.

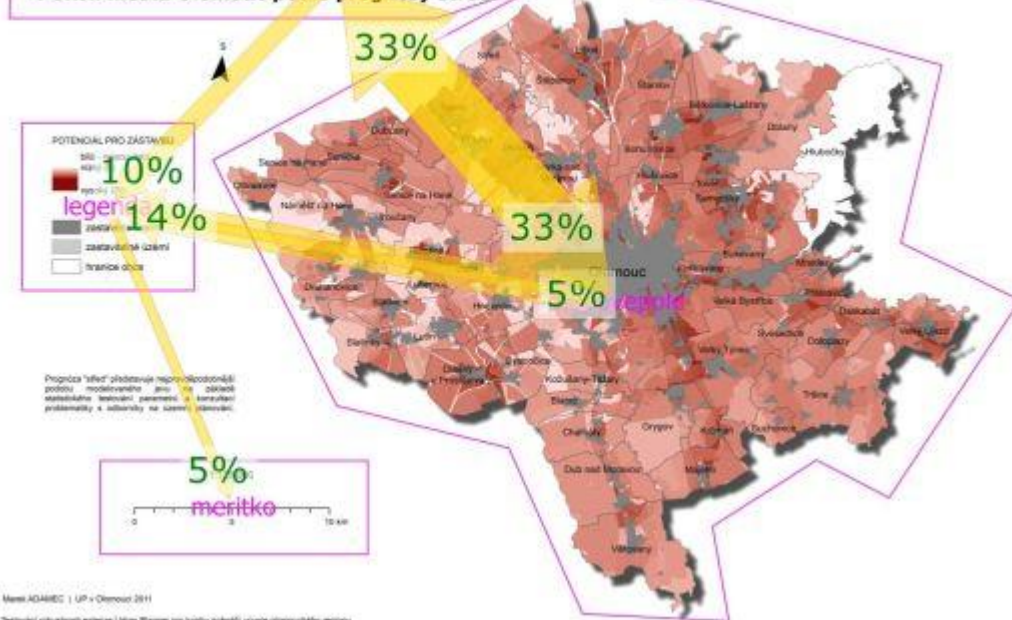
Na obr. 4.12.1 lze vidět využití tohoto modulu ke studiu mapové kompozice, kdy jednotlivé základní části mapy jsou pokryty oblastmi zájmu. Následně lze získat informace o přechodech respondentů. Ty mohou být, jak již bylo zmíněno výše, vyjádřeny ve formě počtu, nebo jako v tomto případě procentuální hodnotou.

Z výsledku je patrné, že v naměřených vzorcích nejčastěji docházelo k přechodu mezi mapovým polem a názvem mapy. Žádný přesun naopak nenastal mezi měřítkem a mapovým polem.

Dalším důležitým atributem může být čas strávený v jednotlivých částech mapy. Ten může být vyjádřen jako celková doba nebo průměrná připadající na jednu fixaci. Výsledek lze využít například pro posouzení náročnosti získání informace z legendy, měřítka, mapového pole a dalších kompozičních prvků mapy. V případě nepříznivého výsledku lze následně uvažovat o grafickém zjednodušení měřítka, generalizaci legendy nebo volbě vhodnější znázornovací metody mapy. Na obr. 4.12.2 je umístěn průměrný čas fixace. Je zde vidět poměrně vysoká hodnota v oblasti měřítka. Nemusí to být však způsobeno jeho špatným znázorněním, ale například nízkým počtem fixací v porovnání s mapovým polem. Tento případ nastal i v této situaci. Charakteristické je to na obrázku 4.12.3, kdy tyto celkové časy fixací dosahují výrazného rozdílu.

## POTENCIÁL KRAJINY PRO ZÁSTAVBU

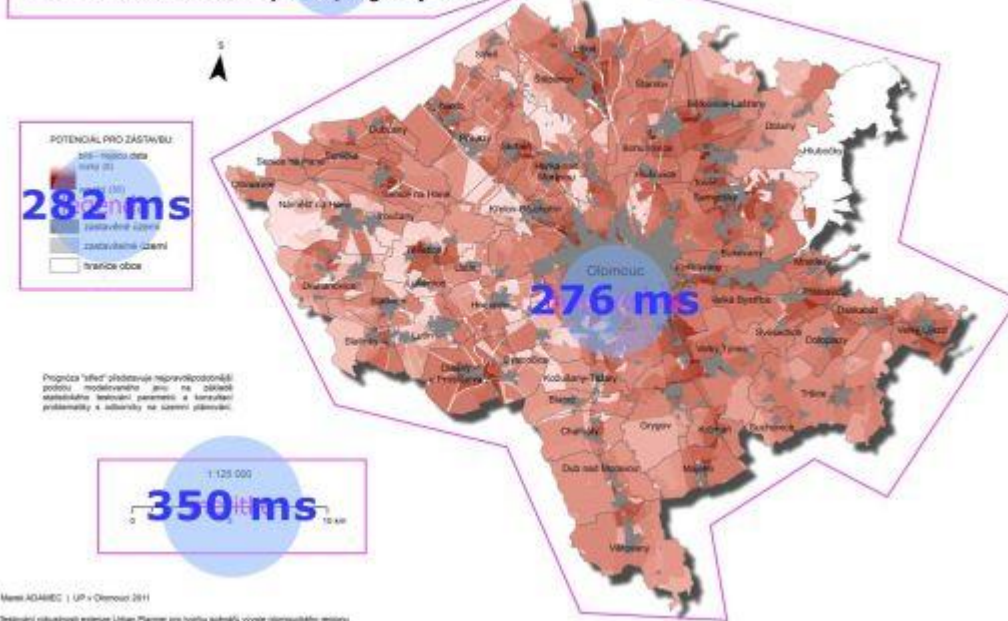
v okolí města Olomouc podle prognózy střed



Obr. 4.12.1 Zobrazení přechodů mezi jednotlivými zájmovými oblastmi.

## POTENCIÁL KRAJINY PRO ZÁSTAVBU

v okolí města Olomouc podle prognózy střed

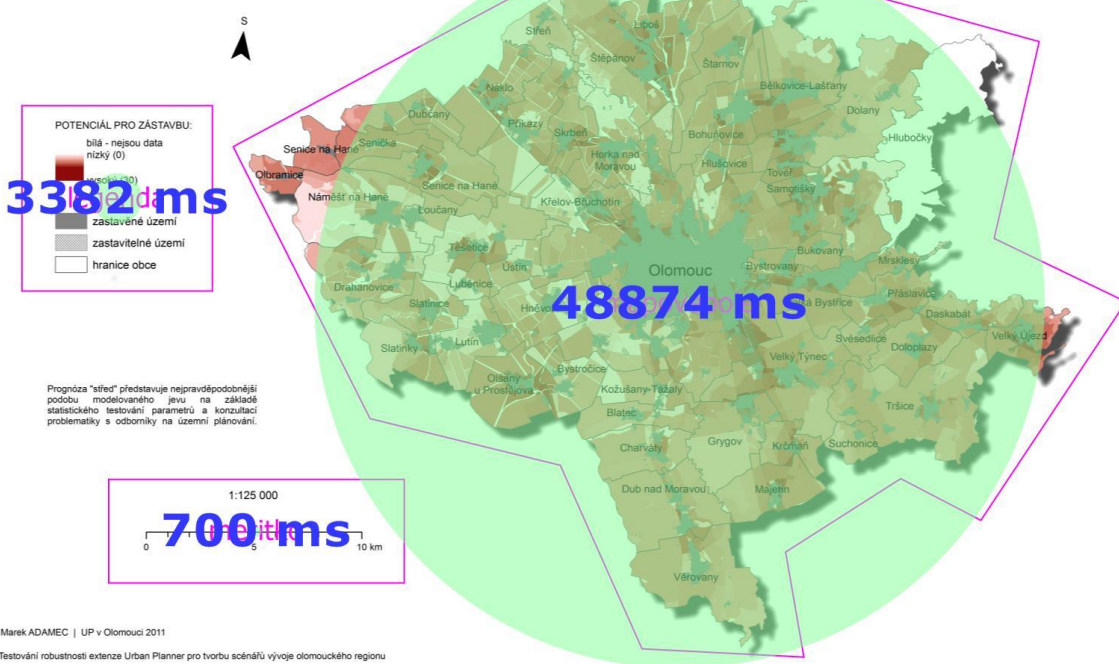


Obr. 4.12.2 Zobrazení průměrné doby fixace v definovaných zájmových oblastech.

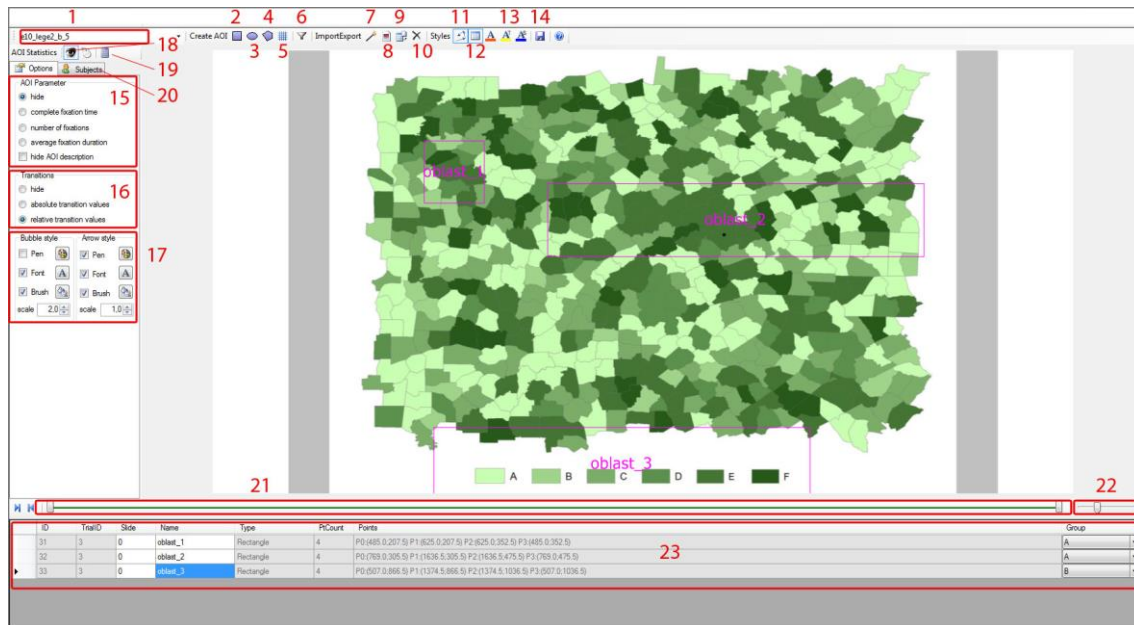


# POTENCIÁL KRAJINY PRO ZÁSTAVBU

v okolí města Olomouc podle prognózy střed



Obr. 4.12.3 Zobrazení celkové délky fixace v definovaných zájmových oblastech.



Obr. 4.12.4 Okno modulu Areas Of Interest.

## 5 POROVNÁNÍ FIXACÍ PROGRAMŮ SMI A OGAMA

Pro klasifikaci surových naměřených dat do podoby fixací a sakád využívají oba programy odlišných algoritmů. Každý obsahuje rozdílné vstupní parametry a není tak možné pro získání totožného výsledku provést jejich stejné nastavení. Z tohoto důvodu se stává obtížné vzájemné srovnání vizualizací fixací. Cílem této kapitoly je analyzovat výsledky obou programů a získat vztah mezi jednotlivými atributy a umožnit tak vytvoření shodných výsledků.

SMI BeGaze používá parametry Dispersion a Duration. Parametr Duration označuje prahovou dobu, která při experimentu může být označena jako samostatná fixace. Holmqvist (2011) jako optimální stanovuje dobu mezi 50 a 250 ms.

Dispersion stanovuje prahovou hodnotu ve smyslu velikosti zorného úhlu. Jeho velikost uvádí jako optimální Salvucci a Goldberg od  $0,5^\circ$  do  $1^\circ$ . V programu SMI BeGaze je tato prahová hodnota uváděna v pixelech. Při zachování konstantní vzdálenosti mezi okem a obrazovkou 70 cm během experimentu odpovídá vizuální úhel  $1^\circ$  vzdálenosti 42,7 bodů.

Pro kartografické účely stanovuje Popelka (2013) nejvhodnější nastavení parametrů Dispersion 50 px a Velocity 80 ms. Právě s těmito hodnotami bylo prováděno samotné srovnání.

Program OGAMA využívá disperzní typ algoritmu s plovoucím oknem. Ten pochází od společnosti LC Technologies. Uživatel je ho schopen přizpůsobit dvěma parametry Maximum distance a Minimum number of samples. Jejich vysvětlení je uvedeno v kapitole 4.3.

### 5.1 Porovnání fixací

K samotnému porovnání byla nejprve vyexportována data z SMI BeGaze o sestavených fixacích a jejich vizualizace ve formě kružnic. Jejich velikost je přímo závislá na délce trvání fixací, kdy 500 ms odpovídá poloměru 80 px. Stejná surová data, která byla použita i v předchozím programu byla importována do softwaru OGAMA. Uživatelsky definovaný koeficient poloměru byl nastaven na hodnotu 12. Tato hodnota vede k podobným velikostem kružnic jako z programu SMI s uvedeným nastavením. Pomocí modulu Fixations a upravování základního nastavení experimentu se docílilo maximální podobnosti výsledných fixací.

Vstupní hodnota parametru Minimum number of samples byla nastavena na hodnotu 10. Ta je doporučena podle Voßkühlera pro měření vzorkovací frekvencí 120 Hz. Více uvedeno v kapitole 4.3.

Hodnota druhého parametru Maximum distance pro dosažení maximální podobnosti dosahovala hodnot v rozmezí 13 až 18 px podle charakteru vstupujících dat.

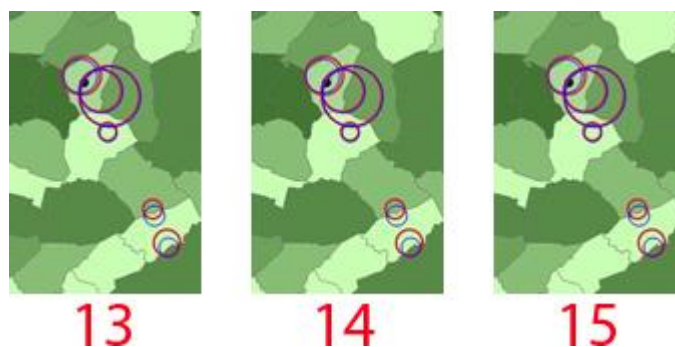
U prvního uváděného srovnání je vidět dosažení nejvyšší shody s hodnotou Maximum distance 14 px. Vůči souřadnicím X činí odchylka 1,1 px, vůči Y souřadnicím 5,37 px. Celkový rozdíl souřadnic je velice nízký a dosahuje hodnoty 6,48 px. Další údaje

jsou uvedeny v tabulce 5.1.1. Takto nízké rozdíly byly dosaženy díky nízkému počtu sestavených fixací na stimulu a charakteru vstupujících dat, díky kterému oba algoritmy sestaví velice podobný výsledek.

Grafická vizualizace je na obrázku 5.1.2. Na něm se nachází srovnání s rozdílným nastavením hodnoty Maximum distance na hodnoty 13, 14 a 15 px. Červené kružnice odpovídají výsledku zpracování SMI BeGaze a modré odpovídají vizualizaci programu OGAMA. Je patrné, že obrazy jsou velice podobné a uživatel není schopen okem rozeznat vzájemný rozdíl. Pro grafické srovnání výsledků obou programů je tedy vhodné v tomto případě zvolit jednu z těchto hodnot.

Tab. 5.1.1 Hodnoty nastavení programu OGAMA a odchylky vůči datům z SMI BeGaze

Parametry OGAMA		Průměrná odchylka od výsledku SMI BeGaze			Poznámka
Maximum distance	Minimum number of samples	X	Y	Celková	
13	10	1,54	9,00	10,55	
14	10	1,10	5,37	6,48	nejvyšší shoda
15	10	1,04	7,79	8,84	
16	10	7,11	9,81	16,92	



Obr. 5.1.2 Porovnání vizualizací fixací SMI BeGaze (červená barva) a OGAMA (modrá barva) při nastavení Maximum distance 13, 14 a 15 px a Minimum number of samples 10.

V dalším případě byla naměřená data rozmístěna po celé oblasti stimulu, což vedlo ve výsledku k sestavení většího množství fixací s vyšší prostrovou diferencí. Vizualizace obou programů v tomto případě jsou díky tomu rozdílnější než u předchozího obrázku.

Z tabulky 5.1.2 je patrné, že nejpodobnějších rozmístění bylo dosaženo hodnotou parametru Maximum distance 16 px, kdy vůči souřadnicím X činí odchylka 11,41 px, vůči Y souřadnicím 9,31 px a celková 20,72 px. Vyšší hodnoty jsou způsobeny právě vyšším počtem fixací. Ty, které neodpovídaly žádnému výsledku programu OGAMA, byly odstraněny.

Tab. 5.1.2 Hodnoty nastavení programu OGAMA a odchylky vůči datům z SMI BeGaze

Parametry OGAMA		Průměrná odchylka od výsledku SMI BeGaze			Poznámka
Maximum distance	Minimum number of samples	X	Y	Celková	
14	10	11,53	11,57	23,11	
15	10	13,07	11,28	24,35	
16	10	11,41	9,31	20,72	nejvyšší shoda
17	10	16,15	10,03	26,17	
18	10	15,60	10,27	25,87	

Obrázek 5.1.2 ukazuje grafické srovnání fixací obou programů. Je patrné, že oba výsledky nejsou totožné, ale v mnoha částech vykazují vysokou podobnost.



Obr. 5.1.2 Porovnání vizualizací fixací SMI BeGaze (červená barva) a OGAMA (modrá barva) při nastavení Maximum distance 16 px a Minimum number of samples 10.

## 5.2 Výsledek

Kvůli značně rozdílnému přístupu obou algoritmů pro sestavení fixací a sákad z naměřených dat není možné dosáhnout absolutně shodného výsledku. Přesto v některých případech méně přesných grafických srovnání se může jevit tento postup jako vhodný.

Také není možné stanovit přesné hodnoty vstupních parametrů programu OGAMA z důvodu závislosti na charakteru naměřených dat. Avšak jako doporučené hodnoty odpovídající nastavení SMI BeGaze Dispersion 50 px a Velocity 80 ms jsou Minimum number of samples 10 a Maximum distance z rozsahu 13 až 16 px.

## 6 ODLIŠNOST PROGRAMŮ SMI BEGAZE A OGAMA

Oba programy dosahují velké podobnosti, v některých případech lze až uvažovat o jisté míře inspirace. Díky tomu se stává nejvýraznějším rozdílem licence, pod kterou jsou poskytovány k užívání. Softwary obsahují velké množství nástrojů pro zpracování eye-tracking dat. Ty umožňují grafické znázornění jak ve statické podobě, tak i dynamických průběhů s možností exportu ve formě videa. Samozřejmostí je možnost definování oblastí zájmu.

### 6.1 Licence

Významným rozdílem obou programů je licence, pod kterou dochází k jejich šíření. Produkt firmy SMI je komerční software s přísnou ochranou zdrojového kódu. Jeho užívání je tedy možné pouze za úplaty a není možno provádět jakékoliv jeho úpravy. Software OGAMA naopak spadá do kategorie svobodného softwaru. Jeho užívání je tedy možné bezplatně a veškeré zdrojové kódy jsou volně dostupné na internetu. Uživateli je tedy dovoleno algoritmus nejen upravit, ale i využít jeho části k tvorbě vlastních řešení. Výhodou tohoto přístupu je možnost nahlédnout do jednotlivých částí kódu a získat informace o postupu jakým se zpracovávají data v průběhu jednotlivých analýz.

### 6.2 Záznam dat

V oblasti záznamu dat nastává mezi programy velká podobnost. V obou je možné volit mezi několika formami stimulu jako je obrázek, text, webová stránka a další. SMI navíc nabízí možnost videa a umožnění screen recordingu. Mezi stimuly je možné vložit otázky, u kterých dochází k záznamu odpovědi a využít je pro pozdější vyhodnocení. Rozdílnost nastává až v oblasti použitelného hardwaru. SMI umožňuje pro měření dat využít pouze zařízení, které pochází z jejich portfolia. OGAMA naopak podporuje širší spektrum výrobců jako je Tobii, Alea, Mirametrix, SMI a další. Tím pokrývá mnohem větší oblast možných uživatelů.

Současná verze programu OGAMA však obsahuje chybu ve svém kódu, která způsobuje odchylku v naměřených datech při záznamu zařízením SMI. Do doby, než bude odstraněna, není měření možné.

Díky spolupráci s dalším svobodným softwarem ITU Gaze Tracker je také možné využití běžné webové kamery. Výpočet polohy oka je prováděn algoritmem a díky tomu není dosaženo přesnosti běžných komerčních eye-trackerů. Pro jednoduché experimenty s nízkým požadavkem přesnosti se však tato varianta stává snadno dostupnou.

### 6.3 Oblasti zájmu

Užitečnou funkcí, kterou nabízí program OGAMA je seskupení vytvořených oblastí zájmu do skupin. Díky tomu lze na dílčí oblasti nahlížet jako na jeden celek. Využití je hlavně výhodné pro statistické analýzy. Příklad je uveden v kapitole 4.11.

## 6.4 Analýza eye-tracking dat

Pro srovnání výsledků jednotlivých respondentů nabízí OGAMA funkci scanpath comparison. Ta na základě navštívení míst na stimulu je schopna sestavit řetězec znaků, který odpovídá průběhu pohybu očí během měření. Na základě těchto informací lze následně provést jejich srovnání a hledat mezi nimi podobnost.

Pro vizualizaci fixací nabízí OGAMA velice široké spektrum možností jeho grafického přizpůsobení. Kromě barev a velikosti jednotlivých prvků lze například volit ze široké palety tvarů, které nahrazují běžné tečky. Díky tomu lze snadno přizpůsobit výsledek svým požadavkům a odpadá nutnost úprav v grafickém programu pro potřeby následné prezentace výsledků.

## 6.5 Analýza stimulů

OGAMA nabízí pro analýzu samotných snímků modul Saliency. Díky němu lze provádět teoretické předpoklady atraktivity jednotlivých částí snímku bez potřeby naměření samotných dat zařízením pro eye-tracking. Samozřejmě, vypočítané údaje se mohou od výsledků měření lišit, avšak jedná se jistě o technologii s velkým potenciálem.

## 6.6 Náповěda

Program SMI obsahuje rozsáhlou nápovědu s vysvětlením funkcí. Ta je dodávána v tištěné formě a je i součástí samotného programu. Díky tomu není uživatel odkázán na testování formou „pokusu a omylu“. OGAMA se snaží doplnit jednotlivé příkazy krátkými výstižnými popisnými informacemi. Ty jsou v některých případech bohužel nedostatečné. Další možností je obrátit se na fórum komunity, na kterém se nachází velice vstřícní uživatelé včetně samotného autora programu.

Tab 6.1 Doporučení programů pro konkrétní účely

Kritérium	Doporučený software
Licence	OGAMA
Záznam dat	SMI
Oblasti zájmu	OGAMA
Analýza eye-tracking dat	OGAMA/SMI
Analýza stimulů	OGAMA
Nápověda	SMI

## 7 VÝSLEDKY

Práce zahrnuje manuál pro práci s open-source nástrojem pro zpracování eye-tracking dat OGAMA. V něm dochází k vysvětlení možností nastavení jednotlivých parametrů a jejich vlivu na výsledné analýzy. U významných funkcí je také uveden příklad využití při studiu kartografických děl. V příloze práce je pak umístěn přehledný manuál s popisem funkcí jednotlivých tlačítek umístěných v modulech. Přínos této části práce spočívá v umožnění využití programu OGAMA i uživatelům bez jeho předchozích znalostí. To je způsobeno především velice stručnou nápovědou, která je součástí této aplikace.

Pro zvýšení povědomí o svobodném softwaru pro eye-tracking je v práci i kapitola, která popisuje významné aplikace, které v současné době existují. Jejich vývoj probíhá, jak je v práci zmíněno, především na akademických půdách a tak k informacím o jejich existenci není snadný přístup.

K umožnění společného využití programu OGAMA a softwaru společnosti SMI je část práce věnována srovnání vizualizací jimi vytvořených fixací. Bohužel, díky vysoké odlišnosti využívaných algoritmů pro jejich sestavení, se nepodařilo najít vztah pro docílení shodného výsledku. Ten totiž závisí také na charakteru naměřených dat a proto i nastavení s nejvyšší shodou není možné využít ve všech případech. Zjištěné hodnoty zajišťující největší míru podobnosti při nastavení SMI BeGaze Dispersion 50 px a Velocity 80 ms jsou Minimum number of samples 10 a Maximum distance z rozsahu 13 až 16 px.

Ke snadné migraci dat mezi oběma programy, které využívají své charakteristické formáty, byla vytvořena aplikace. Ta jejich transformaci provede zcela automaticky. Díky tomu je možné provést záznam dat v SMI a následně provést jejich import do softwaru OGAMA. To je nyní jediná možnost jak analyzovat vlastní data, která není možno naměřit díky chybě ve zdrojovém kódu. Další funkcí vytvořené aplikace je přenos definovaných oblastí zájmu a generování zájmových oblastí pro pokrytí určité části studovaného stimulu. Cílem aplikace je vytvořit komplexní nástroj, který bude zahrnovat větší množství funkcí, které osobám využívající eye-tracking zařízení nejen usnadní práci, ale umožní i větší využití svobodného softwaru.

Oba zkoumané programy jsou do určité míry velice podobné, avšak nabízejí i nástroje, které jsou jedinečné. Těm je věnována jedna kapitola této práce, ve které jsou popsány. Uživatel se tak může jednoduše rozhodnout, který software je pro plnění úkol výhodnější.

## 8 DISKUZE

Během práce došlo k problému se záznamem dat v open-source programu OGAMA. Na naměřených datech byla zaznamenána výrazná odchylka vůči skutečnému průběhu experimentu. Při zkoumání příčiny bylo dosaženo zjištění, že se jedná o chybu v samotném kódu programu. Proběhl kontakt autora programu, který v současné době však nemůže provést její odstranění. Pro získání vstupních dat tedy bylo využito měření v programu SMI Experiment Suite. Tento současný stav tedy neumožňuje odstranění závislosti na komerčních produktech.

Testování volně dostupných programů pro eye-tracking probíhalo s daty, která byla s nimi dodána jako vzorová. K tomuto kroku bylo nutné přikročit z důvodu chybějícího technického vybavení nebo využívání speciálního formátu dat. Výjimkou byla OGAMA pro kterou byl sestaven transformační algoritmus. Ten umožňuje jejich naměření v programu SMI a po úpravě jejich formátu import.

Mezi cíle práce patřilo i dosažení shodné vizualizace naměřených fixací v programech OGAMA a SMI BeGaze. Díky vysoké rozdílnosti algoritmů pro jejich sestavení však nebylo možné této podobnosti dosáhnout. Práce obsahuje hodnoty jednotlivých atributů nastavení, se kterými bylo docíleno největší míry podobnosti. Avšak toto nastavení je závislé i na charakteru dat, převážně na rozmístění naměřených bodů. Není ho tak možné aplikovat univerzálně a je nutné vždy nastavení posoudit na základě právě zpracovávaných dat.

Vytvořený program byl napsán v prostředí Microsoft Visual Studio, které umožňuje jeho šíření v samo-spustitelné podobě exe souboru. Odpadá tak potřeba instalace dalšího programového vybavení. Text, který obsahuje, je v českém jazyce z důvodu, že má převážně sloužit pro potřeby studentů a zaměstnanců KGI. Také jednoduchost jednotlivých kroků, jež je nutné při práci s ním provádět, zajišťuje možnost jeho využití i bez znalostí češtiny.



## 9 ZÁVĚR

Cílem této práce bylo analyzovat volně dostupná řešení pro analýzy eye-tracking dat. Jako nástroje pro tyto analýzy byly popsány ITU Gaze Tracker, eyePatterns, iComponent, Carpe a OGAMA. Poslednímu jmenovanému programu byla věnována zvýšená pozornost kvůli vysokému množství analyzačních nástrojů.

Součástí práce se stal i popis samotné instalace programu OGAMA z důvodu neobvyklosti určitých nastavení. Pro správný běh programu je také nutno zajistit instalaci několika prostředí. Proto i tyto informace jsou v manuálu zahrnuty. Dále byly popsány vlastnosti jednotlivých modulů, vliv nastavení jednotlivých parametrů na výsledek a funkcionality jednotlivých tlačítek. V případě významné funkce je u ní také uveden příklad využití pro studium kartografických děl.

Aby bylo možné testování vlastností programu, bylo nejprve nutné naměřit eye-tracking data. Ta byla naměřena v kartograficky orientovaném experimentu za pomoci softwaru SMI a měřicího zařízení SMI RED 250. Zpočátku byla snaha provést toto měření přímo v programu OGAMA, to však díky chybě nebylo možné. Kromě těchto vlastních dat bylo využito i archivních experimentů KGI.

Dále bylo zapotřebí přenést data do softwaru OGAMA. Aby byl tento proces možný, bylo nejprve nutné provést změnu jejich formátu. K tomuto účelu vznikl program, který tento proces automatizuje. Kromě této funkce obsahuje i nástroj pro umožnění importu informací o oblastech zájmu a jejich generování pro pokrytí určité části stimulu.

K analýze nastavení parametrů obou programů pro dosažení shodné vizualizace fixací byly využity snímky stimulů s vykreslenými fixacemi z SMI BeGaze. Ty byly následně vloženy do programu OGAMA jako jednotlivé stimuly. Na ně byly vykresleny fixace a změnou atributů byla snaha o dosažení absolutní podobnosti obou výsledků. Bohužel se mezi nimi nepodařilo najít vztah a zjištěné hodnoty jsou tak pouze doporučené.

Poslední kapitola se věnuje srovnání výhodnosti použití určitého programu pro konkrétní účel. Na základě těchto informací lze provést výběr softwaru s potřebnou funkcí a usnadnit tak zpracování řešeného úkolu.

## POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE

ÇÖLTEKIN, A., FABRIKANT, S., LACAYO, M. *Exploring the efficiency of users' visual analytics strategies based on sequence analysis of eye movement recordings. International Journal of Geographical Information Science*, 2010, 24(10), 1559-1575.

DUSCHOWSKI, A. T. (2007).

*Eye tracking, Methodology, Theory and Practice*. Springer – Verlag London Limited, 2007, 321 pp.

HALVORSON, Michael.

*Microsoft Visual Basic 2010: krok za krokem*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2010, 480 s. ISBN 978-80-251-3146-6.

HOLMQVIST, K., NYSTRÖM, M., ANDERSSON, R., DEWHURST, R., HALSZKA, J., VAN DE WEIJER, J. (2011).

*Eye tracking: A comprehensive guide to methods and measures*. Oxford University Press, 560 pp.

Kolektiv autorů. *European Conference on Eye Movements: Theoretical and Applied Aspects of Eye Movement Research*. Nottingham, UK: North-Holland, 1983.

NETELER, Markus a Helena MITASOVA. *Open source GIS: a grass GIS approach*. Boston: Kluwer Academic Publishers, c2002, xxvi, 434 p. Kluwer international series in engineering and computer science, SECS 689. ISBN 14-020-7088-8.

NIEBUR, Ernst. Saliency map. In: *Scholarpedia: the peer-reviewed open-access encyclopedia* [online]. 2007-08-28, last modified on 6 June 2010.

Dostupné z: [http://www.scholarpedia.org/article/Saliency\\_map](http://www.scholarpedia.org/article/Saliency_map)

NIELSEN, Jakob a Kara PERNICE.

*Eyetracking web usability*. Berkeley, CA.: New Riders, 2010, xix, 437 p. ISBN 03-214-9836-4.

OTEVŘELOVÁ, Adéla. *EYE TRACKING VYHODNOCENÍ SALIENCE A INTERAKTIVNÍ PRÁCE VE VIZUÁLNÍCH PROGRAMOVACÍCH JAZYCÍCH*.

Olomouc, 2014. Dostupné z:

[http://geoinformatics.upol.cz/dprace/magisterske/otevrelova14/files/otevrelova\\_dp.pdf](http://geoinformatics.upol.cz/dprace/magisterske/otevrelova14/files/otevrelova_dp.pdf).

Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci. Vedoucí práce Ing. Zdena DOBEŠOVÁ, Ph.D.

POOLE, Alex a Linden J. BALL. *Eye Tracking in Human-Computer Interaction and Usability Research: Current Status and Future Prospects* [online]. Lancaster University, UK: Psychology Department, 2004. Dostupné z: <http://www.alexpoole.info/blog/wp-content/uploads/2010/02/PooleBall-EyeTracking.pdf>

POPELKA, Stanislav. *EVALUATION OF EYE FIXATION DETECTION SETTINGS FOR CARTOGRAPHIC PURPOSES: Optimal Eye Fixation Detection Settings for Cartographic Purposes*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2014.

POPELKA, S., DVORSKY, J., BRYCHTOVA, A., et al. 2013. *USER TYPOLOGY BASED ON EYE-MOVEMENT PATHS*. In *Proceedings of the SGEM 2013* 2013.

SALVUCCI, Dario D. a Joseph H. GOLDBERG. *Identifying Fixations and Saccades in Eye-Tracking Protocols* [online]. Cambridge, USA: Four Cambridge Center, 2000. Dostupné z: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.68.2459&rep=rep1&type=pdf>

VOBKÜHLER, A., NORDMEIER, V., KUCHINKE, L., JACOBS, A. M. (2008). *OGAMA – OpenGazeAndMouseAnalyzer: Open source software designed to analyze eye and mouse movements in slideshow study designs*. Behavior Research Methods, 40(4), 1150-1162

VOBKÜHLER, Adrian. OGAMA Description. In: *OGAMA: open gaze and mouse analyzer* [online]. Berlin: Freie Universität Berlin, 2009 [cit. 2013-08-09]. Dostupné z: <http://www.ogama.net/sites/default/files/pdf/OGAMA-DescriptionV25.pdf>

VOŽENÍLEK, V. (2002). *Diplomové práce z geoinformatiky*. Vydavatelství Univerzity Palackého, Olomouc, UP, 31 s.

WEST, Julia M., Anne R. HAAKE a Evelyn P. ROZANSKI. *EyePatterns: Software for Identifying Patterns and Similarities Across Fixation Sequences*. In: [online]. Rochester, USA: Rochester Institute of Technology, 2006. Dostupné z: <http://csi.ufs.ac.za/resres/files/West2.pdf>

ITU Gaze Tracker. ITU GAZEGROUP. *ITU GazeGroup* [online]. Copenhagen: IT University of Copenhagen, 2012 [cit. 2013-08-09]. Dostupné z: <http://www.gazegroup.org/downloads/23-gazetracker>

Kristien Ooms.

*OGAMA Import* [software]. 2012.

Open Source Initiative: History of the OSI. *Open Source Initiative* [online]. Palo Alto, USA: Open Source Initiative, 2012. Dostupné z: <http://opensource.org/history>

SMI. *SensoMotoric Instruments: About SMI* [online]. Teltow, Germany: SMI, 2014. Dostupné z: <http://www.smivision.com/en/gaze-and-eye-tracking-systems/about-smi/company.html>

TOBII. *Eye Tracking Research: Tobii in Brief* [online]. Frankfurt am Main, Germany: tobii, 2013. Dostupné z: <http://www.tobii.com/en/eye-tracking-research/global/contact/find-a-reseller/europe/>

THE DIEM PROJECT. *The DIEM Project: The DIEM Team* [online]. South Carolina: DIEM Team, 2013. Dostupné z: <http://thediemproject.wordpress.com/people/>

## **SUMMARY**

The main target of this thesis is offer alternative solution of commercial eye-tracking software. That is open-source software mainly developed on Universities. There has been tested six different open-source eye-tracking software in this thesis. OGAMA, iComponent, Carpe, eyePatterns and ITU Gaze Tracker. Testing was focused on using of software in cartography. The OGAMA software was evaluated as the best one. The main advantage was number of analysis tools. OGAMA was developed on University in Berlin by Adrian VOBKÜHLER and was introduced in 2008 at the first time.

Thesis has concentrated on description of particular analysis tools in OGAMA software. Thesis shows possibility of most important tools with possible using in cartography and influence of their settings on final results.

The next part of this work was comparison of OGAMA with commercial software SMI. Both programs OGAMA and SMI created visualization of fixation with using the same data. The main point of this part of work was comparison of those results and findings of differences. Based on this differences there was changing of settings of OGAMA till the results were almost the same.

The final part of thesis was comparison of analyzing tools of OGAMA and SMI eye-tracking software. Instead of fact that both software OGAMA and SMI are very similar each one has its own specific tools. Those tools were described and analyzed in this part of thesis.

As a practical part of this thesis was created COTOS software. COTOS provides conversion tool for data changing between OGAMA and SMI. Each software uses specific data format and using both OGAMA and SMI software for solution of one case was impossible.

## **PŘÍLOHY**

# SEZNAM PŘÍLOH

## Vázané přílohy:

Příloha 1 Tabulky s atributy Statistického modulu programu OGAMA

Příloha 2 Zdrojový kód programu COTOS

## Volné přílohy

Příloha 1 Popis funkcí tlačítek jednotlivých modulů programu OGAMA

Příloha 2 DVD

Příloha 3 Poster

## Popis struktury DVD

Adresáře:

COTOS

POSTER

SOFTWARE

TEXT\_PRACE

WEB

## Příloha 1

### Tabulky s atributy Statistického modulu programu OGAMA

Tab. 1 Parametry statistického modulu programu OGAMA – Subject information

Skupina atributů	Atribut	Popis
Subject information	Category	Kategorie.
	Age	Věk.
	Sex	Pohlaví.
	Handedness	Parametr pro specifikaci preference pravé nebo levé ruky respondentem.
	Comments	Uživatelský komentář.
	Custom parameters	Uživatелеm definované atributy.

Tab. 2 Parametry statistického modulu programu OGAMA – Trial information

Skupina atributů	Atribut	Popis
Default parameters	Sequence	Sekvence.
	Trial ID	Identifikátor trialu.
	Name	Název trialu.
	Category	Kategorie, do níž byl zařazen trial.
	Duration	Délka trvání sledování trialu.
	Starttime	Počáteční čas zahájení sledování trialu.
Areas of interest	Target AOI size (% of stimulus size)	Procentní pokrytí vybrané zájmové oblasti na ploše stimulu.
	AOI Size (% of stimulus size)	Procentní pokrytí veškerých zájmových oblastí na ploše stimulu.
	AOI of Responce	Atribut pro zobrazení informace o kliknutí myši do požadované oblasti během experimentu.



Tab. 3 Parametry statistického modulu programu OGAMA – Trial information

<b>Skupina atributů</b>	<b>Atribut</b>	<b>Popis</b>
Loss of data	Blank samples because of blinks (count)	Počet záznamů s umístěním na souřadnicích (0, 0).
	As foresaid (% of trial size)	Procentní vyjádření předchozího atributu.
	Samples out of monitor (count)	Počet záznamů s pohledem mimo stimul.
	As foresaid (% of trial samples)	Procentní vyjádření předchozího atributu.
Further options	Response	Událost, která vedla k ukončení trialu (např. pravé kliknutí myši).
	Correcetness of response	Hodnota správnosti vybrané odpovědi respondenta na umístěnou otázku v experimentu.
	Eliminate y/n	V případě, že OGAMA vyhodnotí nesprávnost naměřených dat během testování, provede jejich odstranění a tuto informaci zobrazí v tomto parametru.

Tab. 4 Parametry statistického modulu programu OGAMA – Gaze parameters

Skupina atributů	Atribut	Popis
Gaze fixations	Fixations (count)	Počet zaznamenaných fixací.
	Fixations (/s)	Průměrný počet fixací zaznamenaných za 1 sekundu.
	Fixations duration mean	Průměrná doba trvání fixace.
	Fixations duration median	Medián doby trvání fixace.
	Fixations/saccades ratio	Poměr počtu fixací a sakád.
Gaze saccades	Average saccade length (px)	Průměrná délka sakády.
	Saccade velocity (px/s)	Průměrná rychlost sakád v px/s.
Gaze path	Pathlength between fixations (px)	Průměrná vzdálenost mezi po sobě následujícími fixacemi.
	Pathlength between fixations (/s)	Průměrná rychlost přechodu mezi po sobě následujícími fixacemi.
Gaze Mouse Interaction	Fixations until first click (count)	Počet fixací zaznamenaných před kliknutím myši.
	Average distance of gaze and mouse path	Průměrná vzdálenost mezi stopou záznamu zraku a myši.
Gaze at AOI (predefined)	Time until first fixation in searchrect area	Čas do uskutečnění fixace v oblasti s parametrem „Searchrect“.
	Time until first fixation in target area	Čas do uskutečnění fixace v oblasti s parametrem „Target“.
	Time until second fixation in target area	Čas do uskutečnění druhé fixace v oblasti s parametrem „Target“.
	Complete fixation time in target area	Celková doba fixace v oblasti s parametrem „Target“.

Tab. 5 Parametry statistického modulu programu OGAMA – Gaze parameters

<b>Skupina atributů</b>	<b>Atribut</b>	<b>Popis</b>
Gaze at AOI (custom)	Complete fixation time	Celkový fixační čas ve vybrané oblasti nebo skupině oblastí.
	Time until (hodnota) fixation	Čas do uskutečnění konkrétní fixace. Lze specifikovat její pořadí stejně jako vybrat konkrétní oblast nebo skupinu oblastí.
	Number of fixation	Počet fixací ve vybrané oblasti nebo skupině oblastí.
	Fixation duration mean	Průměrná doba fixace ve vybrané oblasti nebo skupině oblastí.
	Fixation duration median	Medián doby fixace ve vybrané oblasti nebo skupině oblastí.
	Saccade duration	Průměrná délka trvání sakády ve vybrané oblasti nebo skupině oblastí.
	Saccade length	Průměrná délka sakády ve vybrané oblasti nebo skupině oblastí.
	Saccade velocity	Průměrná rychlost sakády ve vybrané oblasti nebo skupině oblastí.

Tab. 6 Parametry statistického modulu programu OGAMA – Mouse parameters

<b>Skupina atributů</b>	<b>Atribut</b>	<b>Popis</b>
Mouse fixation	Fixations (count)	Celkový počet zaznamenaných fixací.
	Fixations (/s)	Průměrný počet fixací zaznamenaných za sekundu.
	Fixation duration mean	Průměrná doba trvání fixace.
	Fixation duration median	Medián doby fixace.
	Fixations/saccades ratio	Poměr počtu fixací a sakád.
Mouse saccades	Average saccade length (px)	Průměrná délka sakády.
	Saccade velocity (px/s)	Rychlost sakády.

Tab. 7 Parametry statistického modulu programu OGAMA – Mouse parameters

<b>Skupina atributů</b>	<b>Atribut</b>	<b>Popis</b>
Mouse clicks	Left click (count)	Celkový počet kliknutí levým tlačítkem myši.
	Left clicks (/s)	Průměrný počet kliknutí levým tlačítkem myši za sekundu.
	Right click (count)	Celkový počet kliknutí pravým tlačítkem myši.
	Right clicks (/s)	Průměrný počet kliknutí pravým tlačítkem myši za sekundu.
	Fixations until first click (count)	Počet fixací zaznamenaných do kliknutí tlačítkem myši.
	Time until first click	Doba sledování stimulu do kliknutí tlačítkem myši.
Mouse path	Pathlength (px)	Celková délka pohybu myši.
	Pathlength (px/s)	Průměrná rychlost pohybu myši.
Mouse at AOI (predefined)	Time until first fixation in searchrect area	Čas do uskutečnění fixace v oblasti s parametrem „ <i>Searchrect</i> “.
	Time until first fixation in target area	Čas do uskutečnění fixace v oblasti s parametrem „ <i>Target</i> “.
	Time until second fixation in target area	Čas do uskutečnění druhé fixace v oblasti s parametrem „ <i>Target</i> “.
	Complete fixation time in target area	Celková doba fixace v oblasti s parametrem „ <i>Target</i> “.

Tab. 8 Parametry statistického modulu programu OGAMA – Mouse parameters

<b>Skupina atributů</b>	<b>Atribut</b>	<b>Popis</b>
Mouse at AOI (custom)	Complete fixation time	Celkový fixační čas ve vybrané oblasti nebo skupině oblastí.
	Time until (hodnota) fixation	Čas do uskutečnění konkrétní fixace. Lze specifikovat její pořadí stejně jako vybrat konkrétní oblast nebo skupinu oblastí.
	Number of fixation	Počet fixací ve vybrané oblasti nebo skupině oblastí.
	Fixation duration mean	Průměrná doba fixace ve vybrané oblasti nebo skupině oblastí.
	Fixation duration median	Medián doby fixace ve vybrané oblasti nebo skupině oblastí.
	Saccade duration	Průměrná délka trvání sakády ve vybrané oblasti nebo skupině oblastí.
	Saccade length	Průměrná délka sakády ve vybrané oblasti nebo skupině oblastí.
	Saccade velocity	Průměrná rychlost sakády ve vybrané oblasti nebo skupině oblastí.
	Clicks of button	Počet kliknutí na vložené tlačítko v experimentu.



```

For A As Integer = 0 To lBox.Items.Count - 1 Step 1
    If chyby_format = True Then
        ProgBar.Value = "0"
        GoTo Konec
    End If

    generovani(A)
    ProgBar.Value = ProgBar.Value + dil
Next

zero(FolderBrowserDialog2.SelectedPath)
ProgBar.Value = ProgBar.Value + dil
tool.Text = "Dokončeno"
MsgBox("Soubory naleznete ve složce " &
FolderBrowserDialog2.SelectedPath, MsgBoxStyle.OkOnly Or MsgBoxStyle.Information,
"Transformace dokončena")
Catch
    MsgBox("Chyba programu", MsgBoxStyle.OkOnly Or MsgBoxStyle.Critical,
"Chyba")
End Try
Konec:
End Sub

Private Sub zero(ByVal Umisteni As String)
    Dim zapis As String = ""
    Dim soubor As System.IO.StreamWriter
    Dim vystup(Stimul.Count, 8)
    Dim ID As Integer = 1
    soubor =
My.Computer.FileSystem.OpenTextFileWriter(FolderBrowserDialog2.SelectedPath &
"\zero.txt", True)

    For x = 0 To (Stimul.Count) Step 1
        If x = 0 Then
            vystup(0, 1) = "ID"
            vystup(0, 2) = "TIME"
            vystup(0, 3) = "SUBJECT"
            vystup(0, 4) = "TRIAL"
            vystup(0, 5) = "X"
            vystup(0, 6) = "Y"
            vystup(0, 7) = "STIMULUSID"
            vystup(0, 8) = "STIMULUS"
        ElseIf x = 1 Then
            vystup(x, 1) = "0"
            vystup(x, 2) = "500"
            vystup(x, 3) = "ZERO"
            vystup(x, 4) = "0"
            vystup(x, 5) = "500"
            vystup(x, 6) = "500"
            vystup(x, 7) = "0"
            vystup(x, 8) = "zero.jpg"
        Else
            vystup(x, 1) = ID
            vystup(x, 2) = ID
            vystup(x, 3) = "ZERO"
            vystup(x, 4) = ID
            vystup(x, 5) = ID
            vystup(x, 6) = ID
            vystup(x, 7) = ID
            vystup(x, 8) = Stimul(ID)
            ID = ID + 1
        End If
    Next
End Sub

```

```

        End If
    Next

    For x = 0 To (Stimul.Count) Step 1
        For y = 1 To 8 Step 1
            If y < 8 Then
                zapis = zapis & vystup(x, y) & vbTab
            Else
                zapis = zapis & vystup(x, y)

                End If
            Next
            soubor.WriteLine(zapis)
            zapis = ""
        Next
        soubor.Close()

    End Sub

    Private Sub generovani(ByVal HodnotaIndexu As Integer)
        Try
            Dim predchozi As Integer = 11
            Dim ID_stimul As Integer = 1
            Dim ID As Integer = 1
            Dim ID_trial As Integer = 1
            Dim ukazatel As Integer = 8
            Dim vystup(1, 8) As String
            Dim obsah As String
            Dim fileReader As String
            fileReader =
My.Computer.FileSystem.ReadAllText(lBox.Items(HodnotaIndexu))
            obsah = (fileReader)
            obsah = obsah.Replace(vbCrLf, vbTab)
            Dim vysl() As String = obsah.Split(vbTab)
            Dim pozice As Integer = 6
            Dim zapis As String = ""
            Dim file As System.IO.StreamWriter
            Dim nazev, respondent As String
            Dim poziceA, poziceB As Integer

            poziceB = InStrRev(lBox.Items(HodnotaIndexu), "_")
            poziceA = InStrRev(lBox.Items(HodnotaIndexu), "_", poziceB - 1)
            respondent = Mid(lBox.Items(HodnotaIndexu), poziceA + 1, poziceB -
poziceA - 1)
            tool.Text = lBox.Items(HodnotaIndexu)

            'kontrola správného souboru
            If IsNumeric(vysl(6)) Then
            Else
                MsgBox("Chyba ve vstupních datech. Správný formát je uveden v
návodě.", MsgBoxStyle.OkOnly Or MsgBoxStyle.Exclamation, "Špatný formát
vstupních dat")
                chybny_format = True
            Exit Sub
            End If
        vracit_zpet:
            If CheckBox.Checked = True Then
                nazev = InputBox(lBox.Items(HodnotaIndexu), "Pojmenujte
respondenta", respondent)
                If nazev = "" Then
                    GoTo vynech
                ElseIf IsNumeric(nazev(0)) Then

```



```

        MsgBox("Označení respondenta nesmí začínat číslicí.",
MsgBoxStyle.OkOnly Or MsgBoxStyle.Exclamation, "Nesmí začínat číslicí")
        respondent = nazev
        GoTo vratit_zpet
    End If
    For x As Integer = 0 To Len(nazev) - 1
        If (Asc(nazev(x)) > 47 And Asc(nazev(x)) < 58 Or Asc(nazev(x))
> 96 And Asc(nazev(x)) < 123 Or Asc(nazev(x)) > 64 And Asc(nazev(x)) < 91) = False
Then
            MsgBox("Označení respondenta musí být tvořeno pouze
alfanumerickými znaky.", MsgBoxStyle.OkOnly Or MsgBoxStyle.Exclamation, "Pouze
alfanumerické znaky")
            respondent = nazev
            GoTo vratit_zpet
        End If
    Next
    If
My.Computer.FileSystem.FileExists(FolderBrowserDialog2.SelectedPath & "\" & nazev
& ".txt") Then
        MsgBox("Respondent existuje, zadejte jiné označení.",
MsgBoxStyle.OkOnly Or MsgBoxStyle.Exclamation, "Respondent již existuje")
        GoTo vratit_zpet
    End If
    Else : nazev = respondent
    End If
vratit_zpet2:
    If IsNumeric(nazev(0)) Then
        MsgBox("Označení respondenta nesmí začínat číslicí.",
MsgBoxStyle.OkOnly Or MsgBoxStyle.Exclamation, "Nesmí začínat číslicí")
        nazev = InputBox(lBox.Items(HodnotaIndexu), "Pojmenujte
respondenta", nazev)
        GoTo vratit_zpet2
    End If

    For x As Integer = 0 To Len(nazev) - 1
        If (Asc(nazev(x)) > 47 And Asc(nazev(x)) < 58 Or Asc(nazev(x)) >
96 And Asc(nazev(x)) < 123 Or Asc(nazev(x)) > 64 And Asc(nazev(x)) < 91) = False
Then
            MsgBox("Označení respondenta musí být tvořeno pouze
alfanumerickými znaky.", MsgBoxStyle.OkOnly Or MsgBoxStyle.Exclamation, "Pouze
alfanumerické znaky")
            nazev = InputBox(lBox.Items(HodnotaIndexu), "Pojmenujte
respondenta", nazev)
            GoTo vratit_zpet2
        End If
    Next
    lBoxR.Items.Add(nazev)
    file =
My.Computer.FileSystem.OpenTextFileWriter(FolderBrowserDialog2.SelectedPath & "\"
& nazev & ".txt", True)
    ReDim vystup(vysl.Length, 8)
    vystup(0, 1) = "ID"
    vystup(0, 2) = "TIME"
    vystup(0, 3) = "SUBJECT"
    vystup(0, 4) = "TRIAL"
    vystup(0, 5) = "X"
    vystup(0, 6) = "Y"
    vystup(0, 7) = "STIMULUSID"
    vystup(0, 8) = "STIMULUS"
    For x As Integer = 1 To ((vysl.Length / 6) - 1) Step 1
        For y As Integer = 1 To 8 Step 1
            Select Case y

```

```

Case 1
  vystup(x, y) = ID
  ID = ID + 1
Case 2
  vystup(x, y) = vysl(pozice)
  pozice = pozice + 3
Case 3
  vystup(x, y) = nazev
Case 5
  vystup(x, y) = vysl(pozice)
  pozice = pozice + 1
Case 6
  vystup(x, y) = vysl(pozice)
  pozice = pozice + 1
Case 8
  vystup(x, y) = vysl(pozice)
  If HodnotaIndexu = 0 Then
    If x > 1 Then
      If vystup(x, 8) = vystup(x - 1, 8) Then
        vystup(x, 4) = ID_trial
        vystup(x, 7) = ID_trial
      Else
        ID_trial = ID_trial + 1
        vystup(x, 4) = ID_trial
        ReDim Preserve Stimul(ID_trial)
        Stimul(ID_trial) = vysl(pozice)
        vystup(x, 7) = ID_trial
      End If
    Else
      Stimul(ID_trial) = vysl(pozice)
      vystup(x, 4) = ID_trial
      vystup(x, 7) = ID_trial
    End If
  Else
    If x > 1 Then
      If vystup(x, 8) = vystup(x - 1, 8) Then
        vystup(x, 7) = ID_stimul
        vystup(x, 4) = ID_trial
      Else
        ID_trial = ID_trial + 1
        vystup(x, 4) = ID_trial
        For A As Integer = 1 To Stimul.Count - 1 _
          Step 1
          If vysl(pozice) = Stimul(A) Then
            ID_stimul = A
            Exit For
          Else
            End If
          Next
          vystup(x, 7) = ID_stimul
        End If
      Else
        vystup(x, 4) = ID_trial
        For A As Integer = 1 To Stimul.Count - 1 _
          Step 1
          If vysl(pozice) = Stimul(A) Then
            ID_stimul = A
            Exit For
          End If
        Next
        vystup(x, 7) = ID_stimul
      End If
    End If
  End If

```

```

                End If
                pozice = pozice + 1
            End Select
        Next
    Next
    For x = 0 To (vysl.Length / 6 - 1) Step 1
        For y = 1 To 7 Step 1
            zapis = zapis & vystup(x, y) & vbTab
        Next
        zapis = zapis & vystup(x, 8)
        file.WriteLine(zapis)
        zapis = ""
    Next
    file.Close()
vynech:
    Catch
        MsgBox("Chyba programu", MsgBoxStyle.OkOnly Or MsgBoxStyle.Critical,
"Chyba")
    End Try
End Sub

Private Sub Search(Path As String)
    Try
        For Each f As String In IO.Directory.GetFiles(Path)
            lBox.Items.Add(f)
        Next

        For Each d As String In IO.Directory.GetDirectories(Path)
            Search(d)
        Next
    Catch
        lBox.Items.Add("Chyba" & Path)
    End Try
End Sub

'Transformace AOI
Private Sub Button2_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles bAOI.Click
    Dim parametr As Integer = 0
    Dim hodnoty(1) As String
    Dim indexy_typ(1) As String
    Dim indexy_nazev(1) As String
    Dim pocet_oblasti As Integer = 1
    Dim ukazatel As Integer = 1
    Dim pocet_souradnic, poradi_polygon, pocet_opakovani As Integer
    Dim MyDialog As New OpenFileDialog()
    tvystup.Text = ""
    MyDialog.Filter = "xml files (*.xml)|*.xml|All files (*.*)|*.*"
    MyDialog.InitialDirectory = "C:\\"
    If MyDialog.ShowDialog() = DialogResult.OK Then
        tool.Text = "Pracuji..."
        Dim reader As XmlTextReader = New XmlTextReader(MyDialog.FileName)
        Do While (reader.Read())
            Select Case reader.NodeType
                Case XmlNodeType.Element
                    'pokud je zjisten parametr se souradnici X je do pomocne
promenne zapsana hodnota 1
                    If reader.Name = "X" Then
                        parametr = 1
                    End If
                    'pokud je zjisten parametr se souradnici Y je do pomocne
promenne zapsana hodnota 1
                    If reader.Name = "Y" Then

```

```

        parametr = 1
    End If
    'pokud je zjisten parametr s nazvem oblasti je do pomocne
promenne zapsana hodnota 2
    If reader.Name = "Name" Then
        parametr = 2
    End If
    'pokud je zjisten parametr s typem oblasti je do pomocne
promenne zapsana hodnota 3
    If reader.Name = "Type" Then
        MsgBox(reader.Name)
        parametr = 3
    End If

    'prochazeni obsahu parametru
Case XmlNodeType.Text
    If parametr = 1 Then
        hodnoty(ukazatel) = reader.Value
        parametr = 0
        ukazatel = ukazatel + 1
        ReDim Preserve hodnoty(ukazatel + 1)
    End If

    If parametr = 2 Then
        hodnoty(ukazatel) = reader.Value
        parametr = 0
        indexy_nazev(pocet_oblasti) = ukazatel
        ukazatel = ukazatel + 1
        pocet_oblasti = pocet_oblasti + 1
        ReDim Preserve hodnoty(ukazatel + 1)
        ReDim Preserve indexy_nazev(pocet_oblasti)
    End If

    If parametr = 3 Then
        hodnoty(ukazatel) = reader.Value
        parametr = 0
        indexy_typ(pocet_oblasti) = ukazatel
        ukazatel = ukazatel + 1
        ReDim Preserve hodnoty(ukazatel + 1)
        ReDim Preserve indexy_typ(pocet_oblasti + 1)
    End If
End Select
Loop
'výpis AOI dat
For X = 1 To pocet_oblasti - 1
    If hodnoty(indexy_typ(X)) = "Rectangle" Then
        tVystup.Text = tVystup.Text & vbTab & "0" & vbTab & "0" &
vbTab & "0" & vbTab & _
        hodnoty(indexy_nazev(X)) & vbTab & hodnoty(indexy_typ(X)) &
vbTab & "4" & vbTab & _
        "P0:( " & hodnoty(indexy_typ(X) - 4) & ".0;" &
hodnoty(indexy_typ(X) - 3) & ".0) P1:( " & _
        hodnoty(indexy_typ(X) - 2) & ".0;" & hodnoty(indexy_typ(X) -
3) & ".0) P2:( " & _
        hodnoty(indexy_typ(X) - 2) & ".0;" & hodnoty(indexy_typ(X) -
1) & ".0) P3:( " & _
        hodnoty(indexy_typ(X) - 4) & ".0;" & hodnoty(indexy_typ(X) -
1) & ".0)" & _
        vbTab & vbCrLf
    End If

    If hodnoty(indexy_typ(X)) = "Ellipse" Then

```

```

        tVystup.Text = tVystup.Text & vbTab & "0" & vbTab & "0" &
vbTab & "0" & vbTab & _
        hodnoty(indexy_nazev(X)) & vbTab & hodnoty(indexy_typ(X)) &
vbTab & "4" & vbTab & _
        "P0:( " & hodnoty(indexy_typ(X) - 4) & ".0;" &
hodnoty(indexy_typ(X) - 3) & ".0) P1:( " & _
        hodnoty(indexy_typ(X) - 2) & ".0;" & hodnoty(indexy_typ(X) -
3) & ".0) P2:( " & _
        hodnoty(indexy_typ(X) - 2) & ".0;" & hodnoty(indexy_typ(X) -
1) & ".0) P3:( " & _
        hodnoty(indexy_typ(X) - 4) & ".0;" & hodnoty(indexy_typ(X) -
1) & ".0)" & _
        vbTab & vbCrLf
    End If

    If hodnoty(indexy_typ(X)) = "Polygon" Then
        pocet_souradnic = indexy_typ(X) - indexy_typ(X - 1) - 1
        poradi_polygon = (pocet_souradnic - (pocet_souradnic - 1))
        pocet_opakovani = (pocet_souradnic - (pocet_souradnic - 1))

        tVystup.Text = tVystup.Text & vbTab & "0" & vbTab & "0" &
vbTab & "0" & vbTab & _
        hodnoty(indexy_nazev(X)) & vbTab & "Polyline" & vbTab &
pocet_souradnic / 2 & vbTab & _
        "P0:( " & hodnoty(indexy_typ(X) - pocet_souradnic) & ".0;" &
hodnoty(indexy_typ(X) - (pocet_souradnic - 1)) & ".0) "

        Do While (pocet_souradnic / 2) > pocet_opakovani
            tVystup.Text = tVystup.Text & "P" & pocet_opakovani & ":("
& _
            hodnoty(indexy_typ(X) - (pocet_souradnic - poradi_polygon
- 1)) & ".0;" & hodnoty(indexy_typ(X) - (pocet_souradnic - poradi_polygon - 2)) &
".0) "

            poradi_polygon = poradi_polygon + 2
            pocet_opakovani = pocet_opakovani + 1
        Loop
        tVystup.Text = tVystup.Text & vbTab & vbCrLf
    End If
Next
Clipboard.SetDataObject(tVystup.Text)
bAOIex.Enabled = True
MsgBox("Data pro import byla umístěna do schránky, nyní je stačí
vložit do Ogamy.", MsgBoxStyle.Information, "Ogama")
tool.Text = "Dokončeno"

'Catch
'MsgBox("Byla zadána chybná vstupní data", MsgBoxStyle.Information,
"Špatná vstupní data")
'End Try
Else
    tool.Text = ""
End If
End Sub

Private Sub rbData_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles
rbData.Click
    tool.Text = ""
    PanelAOI.Visible = False
    PanelGAOI.Visible = False
    PanelData.Visible = True
    bGenAOIExp.Enabled = False
    bAOIex.Enabled = False

```

```

End Sub

Private Sub rbAOI_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles rbAOI.Click
    tool.Text = ""
    PanelAOI.Visible = True
    PanelGAOI.Visible = False
    PanelData.Visible = False
    bGenAOIExp.Enabled = False
    bAOIex.Enabled = False
End Sub

Private Sub rbGen_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles rbGen.Click
    tool.Text = ""
    PanelAOI.Visible = False
    PanelGAOI.Visible = True
    PanelData.Visible = False
    bGenAOIExp.Enabled = False
    bAOIex.Enabled = False
End Sub

Private Sub Form1_Load(sender As Object, e As EventArgs) Handles Me.Load
    PanelAOI.Visible = False
    PanelGAOI.Visible = False
    PanelData.Visible = True
    PanelAOI.Location = New Point(12, 12)
    PanelGAOI.Location = New Point(12, 12)
    PanelData.Location = New Point(12, 12)
End Sub

Private Sub bAOIex_Click_1(sender As Object, e As EventArgs) Handles
bAOIex.Click
    Dim cesta As String
    Try
        FolderBrowserDialog1.Description = "Vyberte místo pro uložení souboru"
        FolderBrowserDialog1.ShowNewFolderButton = False

        If FolderBrowserDialog1.ShowDialog() = DialogResult.OK Then
            cesta = FolderBrowserDialog1.SelectedPath & "/" &
"ogama_aoi_export.txt"
            If System.IO.File.Exists(cesta) Then
                If MsgBox("Soubor již existuje, dojde k jeho přepsání.",
MsgBoxStyle.YesNo Or MsgBoxStyle.Question, "Soubor existuje") = 6 Then
                    My.Computer.FileSystem.WriteAllText(cesta, tvystup.Text,
False)
                    MsgBox("Data byla exportována do textového souboru.",
MsgBoxStyle.Information, "Export dat")
                Else : GoTo Skip
                End If
            End If
        End If
    Skip: Catch
        MsgBox("Chyba při exportu dat.", MsgBoxStyle.Critical, "Chyba")
    End Try

End Sub

Private Sub bGenAOI_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles
bGenAOI.Click
    Dim PocX, PocY, KonX, KonY, PoleX, PoleY, poradi As Integer
    Dim sirka, vyska, X1, Y1, hodnotaY, hodnotaX As Double
    Dim vystup As String

```

```

    TextBox1.Text = ""
    'kontrola zádání všech informací
chybi_informace:

    If IsNumeric(tPocX.Text) = False Then
        tPocX.Text = InputBox("Zadejte souřadnici X levého horního rohu
požadované oblasti.", "Zadejte chybějící parametr")
        If tPocX.Text = "" Then GoTo Storno
        GoTo chybi_informace
    End If
    If IsNumeric(tPocY.Text) = False Then
        tPocY.Text = InputBox("Zadejte souřadnici Y levého horního rohu
požadované oblasti.", "Zadejte chybějící parametr")
        If tPocY.Text = "" Then GoTo Storno
        GoTo chybi_informace
    End If
    If IsNumeric(tKonX.Text) = False Then
        tKonX.Text = InputBox("Zadejte souřadnici X pravého dolního rohu
požadované oblasti.", "Zadejte chybějící parametr")
        If tKonX.Text = "" Then GoTo Storno
        GoTo chybi_informace
    End If
    If IsNumeric(tKonY.Text) = False Then
        tKonY.Text = InputBox("Zadejte souřadnici Y pravého dolního rohu
požadované oblasti.", "Zadejte chybějící parametr")
        If tKonY.Text = "" Then GoTo Storno
        GoTo chybi_informace
    End If
    If IsNumeric(tPolY.Text) = False Then
        tPolY.Text = InputBox("Zadejte počet dělení ve vertikálním směru.",
"Zadejte chybějící parametr")
        If tPolY.Text = "" Then GoTo Storno
        GoTo chybi_informace
    End If
    If IsNumeric(tPolX.Text) = False Then
        tPolX.Text = InputBox("Zadejte počet dělení v horizontálním směru.",
"Zadejte chybějící parametr")
        If tPolX.Text = "" Then GoTo Storno
        GoTo chybi_informace
    End If

    PocX = CInt(tPocX.Text)
    PocY = CInt(tPocY.Text)
    KonX = CInt(tKonX.Text)
    KonY = CInt(tKonY.Text)
    PoleX = CInt(tPolX.Text)
    PoleY = CInt(tPolY.Text)
    Y1 = PocY
    X1 = PocX
    sirka = Math.Abs(Math.Round(((PocX - KonX) / PoleX), 5))
    vyska = Math.Abs(Math.Round((PocY - KonY) / PoleY, 5))
    poradi = 1
    For Y As Integer = 1 To PoleY
        For X As Integer = 1 To PoleX
            hodnotaY = Y1 + vyska
            hodnotaX = X1 + sirka
            vystup = vystup & vbTab & "0" & vbTab & "0" & vbTab & "0" & vbTab
& "P" & poradi & vbTab & "Rectangle" & vbTab & "4" & vbTab & _
                "P0:( " & Format(X1, "#####0.0") & ";" & Format(Y1,
"#####0.0") & ") P1:( " & Format(hodnotaX, "#####0.0") & ";" & Format(Y1,
"#####0.0") & ") P2:( " & _

```

```

        Format(hodnotaX, "#####0.0") & ";" & Format(hodnotaY,
"#####0.0") & ") P3:( " & _
        Format(X1, "#####0.0") & ";" & Format(hodnotaY, "#####0.0")
& ")" & vbTab & vbCrLf
        X1 = X1 + sirka
        poradi = poradi + 1
    Next
    Y1 = Y1 + vyska
    X1 = PocX
Next
TextBox1.Text = vystup
TextBox1.Text = TextBox1.Text.Replace(",", ".")
Clipboard.SetDataObject(TextBox1.Text)
bGenAOIExp.Enabled = True
tool.Text = "Dokončeno"
MsgBox("Data pro import byla umístěna do schránky, nyní je stačí vložit do
Ogamy.", MsgBoxStyle.Information, "Ogama")
Storno:
    End Sub
    Private Sub bGenAOIExp_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles
bGenAOIExp.Click
        Dim cesta As String
        Try
            FolderBrowserDialog1.Description = "Vyberte místo pro uložení souboru"
            FolderBrowserDialog1.ShowNewFolderButton = False

            If FolderBrowserDialog1.ShowDialog() = DialogResult.OK Then
                cesta = FolderBrowserDialog1.SelectedPath & "/" &
"gen_ogama_aoi_export.txt"
                If System.IO.File.Exists(cesta) Then
                    If MsgBox("Soubor již existuje, dojde k jeho přepsání.",
MsgBoxStyle.YesNo Or MsgBoxStyle.Question, "Soubor existuje") = 6 Then
                        My.Computer.FileSystem.WriteAllText(cesta, TextBox1.Text,
False)
                        MsgBox("Data byla exportována do textového souboru.",
MsgBoxStyle.Information, "Export dat")
                    Else : GoTo Skip
                    End If
                End If
            End If
        End Try
        Skip: Catch
            MsgBox("Chyba při exportu dat.", MsgBoxStyle.Critical, "Chyba")
        End Try
    End Sub

    Private Sub hGen_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles hGen.Click
        Napoveda = "A"
        Form2.Show()
    End Sub

    Private Sub hPreAOI_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles
hPreAOI.Click
        Napoveda = "B"
        Form2.Show()
    End Sub

    Private Sub hGenAOI_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles
hGenAOI.Click
        Napoveda = "C"
        Form2.Show()
    End Sub
End Class

```



```
Public Class Form2
    Private Sub Form2_Load(sender As Object, e As EventArgs) Handles Me.Load
        Dim cesta As String

        cesta = My.Application.Info.DirectoryPath & "/napoveda/"

        If Form1.Napoveda = "A" Then
            WebBrowser1.Navigate(cesta & "tran_dat.html")
        End If

        If Form1.Napoveda = "B" Then
            WebBrowser1.Navigate(cesta & "tran_aoi.html")
        End If

        If Form1.Napoveda = "C" Then
            WebBrowser1.Navigate(cesta & "gen_aoi.html")
        End If
    End Sub
End Class
```