

Univerzita Palackého v Olomouci

Přírodovědecká fakulta

Katedra geoinformatiky

Pavel KOTYZ

**IMPLEMENTACE NÁSTROJŮ
SMI EXPERIMENT SUITE 360° PRO HODNOCENÍ
MAPOVÉ KOMPOZICE**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Mgr. Alžběta Brychtová

Olomouc 2013

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci bakalářského studia oboru Geoinformatika a geografie vypracovala samostatně pod vedením Mgr. Alžběty Brychtové.

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 22. května 2013

Děkuji vedoucí práce Mgr. Alžbětě Brychtové za její podporu, odborné vedení a mnoho cenných rad při vedení bakalářské práce. Dále bych rád poděkoval všem respondentům, kteří se podíleli na testování experimentu.

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Pavel KOTYZ**
Osobní číslo: **R10305**
Studijní program: **B1301 Geografie**
Studijní obor: **Geoinformatika a geografie**
Název tématu: **IMPLEMENTACE NÁSTROJŮ SMI EXPERIMENT SUITE
360 PRO HODNOCENÍ MAPOVÉ KOMPOZICE**
Zadávající katedra: **Katedra geoinformatiky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem bakalářské práce je detailní zhodnocení funkcionality nástrojů produktu SMI Experiment Suite 360 na příkladu hodnocení mapové kompozice prostřednictvím technologie eye-tracking. Student se seznámí se základními principy technologie eye-tracking, metodami společnosti SMI pro hodnocení výstupů z eye-trackingu. Dále provede podrobnou rešerši literatury věnující se problematice využití eye-trackingu při hodnocení map a kartografických výstupů. V praktické části práce student navrhne a vytvoří testovací baterii zaměřenou na hodnocení uplatňování pravidel kompozice mapy. Při sestavování experimentu využije maximum funkcí prostředí Experiment Center, popíše a vysvětlí možnosti nastavení. Pro zajištění experimentálních dat bude na připravené testovací baterii otestován statisticky vhodný počet respondentů. Naměřená data budou zhodnocena všemi dostupnými nástroji prostředí BeGaze, jejichž nastavení společně s výstupy budou detailně popsány a vysvětleny. Dále budou vybrány metriky, pomocí nichž je možné efektivně popsat rozdíly chování uživatelů při čtení mapy v závislosti na změně kompozice. Výstupy budou prezentovány ve formě návodu k produktu Experiment Suite s grafickými ukázkami a interpretací výsledků případové studie. Student vyplní údaje o všech datových sadách, které vytvořila nebo získala v rámci práce, do Metainformačního systému katedry geoinformatiky a současně zálohu údajů ve formě validovaného XML souboru. Celá práce (text, přílohy, výstupy, zdrojová a vytvořená data, XML soubor) se odevzdá v digitální podobě na CD (DVD) a text práce s vybranými přílohami bude odevzdán ve dvou svázaných výtiscích na sekretariát katedry. O bakalářské práci student vytvoří webovou stránku v souladu s pravidly dostupnými na stránkách katedry. Práce bude zpracována podle zásad dle šablony dostupné na webových stránkách katedry. Na závěr bakalářské práce bude připojeno jednostránkové resumé v anglickém jazyce.

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah pracovní zprávy: **max. 50 stran**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**
Seznam odborné literatury:

DUCHOWSKI, A. T. (2007). Eye tracking Methodology, Theory and Practice. Springer - Verlag London Limited, 2007, 321 s.
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 s.
KRAAK, Menno-Jan, ORMELING, Ferjan (2003): Cartography : Visualization of geospatial data. [s.l.] : [s.n.]. 167 s. ISBN 0-130-88890-7.
KAŇOK, Jaromír (1999): Tematická kartografie. 1. vyd. Ostrava : Ostravská univerzita v Ostravě. 320 s. ISBN 80-7042-781-7
SLOCUM, Terry, et al. Thematic cartography and geovisualization : Second edition. [s.l.] : [s.n.], c2005. 518 s. ISBN 0-13-0-35123-7.
VOŽENÍLEK, Vít, KAŇOK, Jaromír (2011): Metody tematické kartografie vizualizace prostorových jevů. Olomouc, Vydavatelství UP, 216 s.
VOŽENÍLEK, Vít (1999): Diplomové práce z geoinformatiky. Vydavatelství Univerzity Palackého, Olomouc, UP, 31 s.

Vedoucí bakalářské práce: **Mgr. Alžběta Brychtová**
Katedra geoinformatiky

Datum zadání bakalářské práce: **1. června 2012**
Termín odevzdání bakalářské práce: **22. května 2013**

Prof. RNDr. Juraj Ševčík, Ph.D.
děkan

L.S.

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA
KATEDRA GEOINFORMATIKY
17. listopadu 50, 771 46 Olomouc

Prof. RNDr. Vít Voženílek, CSc.
vedoucí katedry

V Olomouci dne 1. června 2012

OBSAH

ÚVOD	8
1 CÍLE PRÁCE	9
2 POUŽITÉ METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ	10
2.1 Použitá data	10
2.2 Použité programy	10
2.3 Postup zpracování	10
3 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY	13
3.1 ZPŮSOBY VYUŽITÍ TECHNOLOGIE EYE-TRACKING	13
3.1.1 Webový vyhledávač.....	14
3.1.2 Testování použitelnosti webových stránek pomocí eye-tracking	15
3.1.3 Reklama a eye-tracking	15
3.1.4 Oblasti využití technologie eye-tracking	16
4 KOMPOZICE MAPY	17
4.1 Základní kompoziční prvky	19
4.1.1 Mapové pole	19
4.1.2 Název mapy	21
4.1.3 Měřítko	24
4.1.4 Legenda.....	26
4.1.5 Tiráž.....	28
4.2 NADSTAVBOVÉ KOMPOZIČNÍ PRVKY	29
4.2.1 Směrovka	30
4.2.2 Vedlejší mapy	30
4.2.3 Logo.....	31
4.2.4 Grafy, diagramy a schémata	31
4.2.5 Textová pole	31
4.2.6 Blokdiagramy	31
4.2.7 Rejstříky a seznamy	32
4.2.8 Reklamy.....	32
5 EXPERIMENT NA HODNOCENÍ POZICE LEGENDY	33
5.1 Sestavení kompozice mapy	33
5.2 Výběr respondentů	33
5.3 Zadání výzkumu práce	33
5.4 Obsah a struktura experimentu.....	34
5.5 Vyhodnocení naměřených dat z experimentu	36
6 MANUÁL K PRODUKTU SMI EXPERIMENT SUITE	40
7 VÝSLEDKY	44

8	DISKUZE	45
9	ZÁVĚR	47
	POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE	
	SUMMARY	
	PŘÍLOHY	

ÚVOD

Tvůrci map, kartografové, vnímají mapy jinak než cílová skupina uživatelů. Pokud není tvůrcem mapy profesionální kartograf, je do procesu tvorby mapy vnášena značná míra subjektivity. I přes několikasetletou snahu kartografie o objektivizaci všech procesů tvorby map si někdy i kartograf obtížně představuje způsob práce uživatele s mapou, především způsob jejího vnímání, čtení, analýzy a interpretace.

Existuje řada přístupů pro výzkum uživatelské percepce a hodnocení použitelnosti a efektivnosti kartografických děl. Mezi doposud málo využívané patří využití technologie eye-tracking. Pomocí analýzy dat získaných touto technologií lze vyhodnotit směr a pohyb pohledu po sledované mapě, způsob čtení informací, či vliv rušivých prvků a další aspekty vnímání mapy.

Výsledky lze využít při tvorbě nových kartografických děl tak, aby respektovaly požadavky uživatele. Z experimentu by mělo být patrné, která pozice legendy má největší vliv na správné přiřazení bodu v mapovém poli patřičné legendě. Manuál, kde ukázková data jsou využita z experimentu, by měl sloužit pro pochopení možností nastavení parametrů a jejich chování, které zaručí správnou vizualizaci či analýzu naměřených dat.

1 CÍLE PRÁCE

Cílem bakalářské práce je detailní zhodnocení funkcionality nástrojů produktu SMI Experiment Suite 360° na příkladu hodnocení mapové kompozice prostřednictvím technologie eye-tracking. Bude provedena rešerše literatury věnující se kompozici map a problematice využití eye-trackingu při hodnocení map.

V praktickém výstupu práce bude vytvořen manuál, který bude zaměřen na možnosti nastavení funkcí a parametrů u programů SMI Experiment Center a SMI BeGaze. Podkladem pro vytváření manuálu bude sloužit vytvořený test v Experiment Center, který bude zaměřený na umístění legendy v mapovém poli. Test bude spuštěn respondentům z oboru kartografie a bez znalostí kartografie. Naměřená data budou zhodnocena pomocí nástrojů BeGaze, jejichž nastavení společně s výstupy budou detailně popsány a vysvětleny ve výsledném manuálu.

Poté budou vyplněny údaje o všech datových sadách, které budou vytvořeny nebo získány v rámci práce, do Metainformačního systému katedry geoinformatiky. O bakalářské práci bude vytvořena webová stránka a na závěr bakalářské práce bude připojeno jednostránkové resumé v anglickém jazyce.

2 POUŽITÉ METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ

2.1 Použitá data

Pro tvorbu experimentu byla použita data od Mgr. Alžběty Brychtové. Datová sada obsahovala fiktivní území ve formátu SHP a tabulku obsahující jeden odstín barvy v odlišných barevných vzdálenostech. Testování experimentu proběhlo na zařízení eye-tracking v laboratoři EYE-LAB na katedře geoinformatiky.

2.2 Použité programy

Výběr stimulů do testovací baterie proběhl na základě analýzy provedené v programu Microsoft Office Excel, kde také byly vyhodnoceny výsledky testování. Stimuly využitě v testu byly vytvořeny v programu ArcGIS 10 od firmy ESRI. Experiment byl vytvořen a testován v programu Experiment Center a analyzován v programu BeGaze. Oba tyto programy byly spuštěny na monitoru se zařízením eye-tracker SMI RED (*Remote Eyetracking Device*), založený na binokulární technologii a vzorkovací frekvencí 120 Hz. Při vzorkovací frekvenci 120 Hz je kamera schopna generovat obraz každých 8,3 ms a tudíž zná pozici oka.

2.3 Postup zpracování

V první části bakalářské práce byla provedena rešerše literatury věnující se hodnocení map a mapové kompozici. Z důvodu tvorby praktické části, která byla tvořena na eye-tracking zařízení, byly nastudovány články věnující se této technologii. Jelikož téma mapové kompozice je velice rozsáhlé, pro experiment byla vybrána legenda a vliv jejího umístění v mapě. Pro testovaný experiment bylo z celkových 180 možností vybráno a vytvořeno 40 finálních stimulů. Celkový počet možností vycházel z kombinace: 6 variant pozice legendy v mapovém poli s šesti barevnou stupnicí téhož odstínu, pro celkem 5 stupnic barvy zeleného odstínu. Výsledný výběr tedy vycházel z násobení počtu barev v každé zelené stupnici z kombinace (6 možností pozice legendy * 5 barevných stupnic * 6 barev v každé stupnici). Na obrázku 1 jsou vyobrazeny použité varianty stimulů.

Jednotlivé stimuly byly vytvářeny tak, aby vždy ve středu mapového pole se nacházel bod černé barvy dobře čitelný i z větší vzdálenosti, který je umístěn ve vybraném areálu s přiřazenou hodnotou (barevným odstínem) a respondent jej musí přiřadit ke správné legendě. Zvolena byla pouze zelená barva a k ní 5 barevných stupnic z důvodu objektivnějšího vyhodnocení výsledků. Experiment byl vytvořen tak, že respondent po zhlédnutí stimulu svou odpověď ihned zaznamenal. Nejprve proběhla pilotní testování, která sloužila na odladění chyb a až poté bylo zahájeno ostré testování. Toto testování proběhlo na 28 respondentech, kde půlku tvořili studenti se znalostmi kartografie a půlku studenti bez znalostí kartografie

Vytvořený experiment sloužil jako podklad pro tvorbu manuálu programu SMI Experiment Center, který je součástí bakalářské práce jako volná vázaná příloha, kde

byly jednotlivé možnosti chování a nastavení parametrů detailně popsány. Výsledky testování byly použity jako předloha pro možnosti vyhodnocení naměřených dat v programu SMI BeGaze. Byly zde popsány všechny možnosti analýzy a jednotlivé nastavení parametrů a jejich chování. Získané naměřené výsledky budou dále vyhodnoceny, okomentovány a graficky znázorněny.

stupnice legendy kartogramu použité v experimentu		A	B	C	D	E	F
možnosti pozice legendy použité v experimentu							
$\Delta E=2$	1	x					x
	2		x				
	3			x			
	4				x		
	5					x	
	6	x					x
$\Delta E=4$	1		x				
	2			x		x	
	3				x		
	4					x	
	5		x				x
	6	x					
$\Delta E=6$	1			x			
	2				x		
	3					x	
	4			x			x
	5	x					
	6		x			x	
$\Delta E=8$	1				x		
	2					x	
	3		x		x		x
	4	x					
	5		x				
	6			x			
$\Delta E=10$	1					x	
	2					x	x
	3	x		x			
	4		x				
	5			x			
	6				x		

Obr. 1 Použité stimuly v experimentu. Pro každou barevnou vzdálenost ΔE byla vybrána kombinace stimulů, které jsou označeny křížkem (x). Jednotlivé pozice legendy se nachází v levém sloupci a stupnice legendy kartogramu ve vrchním řádku.

Barevné stupnice jsou navzájem odlišeny barevnou vzdáleností mezi jednotlivými barvami v rámci barevné stupnice. Existuje mnoho metod pro výpočet barevné vzdálenosti (ΔE) mezi dvěma barvami se vypočítala pomocí metody CIEDE2000. V experimentu bylo použito nastavení barev z výzkumu A. Brychtové zaměřeného na zkoumání vlivu barevné vzdálenosti na čitelnost mapy. Účelem této metody je výpočet souřadnic kolorimetrického prostoru CIE 1976 L(světelnost {0-100}* a(osa zelená – červená)* b(osa modrá – žlutá)* (CIELAB) a geometrických hodnot rozdílů barev vycházejících z těchto souřadnic. CIELAB je kolorimetrický prostor, kde číselné hodnoty přibližně odpovídají velikosti rozdílů barev a určitá změna komponent Lab vede pokaždé ke stejnému vnímání změny barev (Brychtová, Popelka, 2013).

Nastavení barev použité v experimentu bylo zvoleno po domluvě s vedoucím práce. Jelikož byl experiment součástí širšího výzkumu, tak z tohoto důvodu byla použita daná nastavení barev.

3 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

Jedním z hlavních aspektů tvorby kartografických děl je mapová kompozice. Má velký vliv na čitelnost mapy a předání informací uživateli. Při vytváření mapy je vnášena značná míra subjektivity autora mapy a z těchto důvodů se kartografická díla podrobují výzkumu uživatelské percepce. Pro výzkum uživatelské percepce existuje mnoho přístupů a mezi doposud málo využitých metod patří využití technologie eye-tracking (Popelka a kolektiv 2011).

Hodnocením map pomocí eye-trackingu se věnuje Brychtová a kolektiv 2012, který se zaměřuje na možnosti využití technologie eye-tracking pro hodnocení uživatelské percepce a poznávací stránku map a grafických výstupů z GIS. Autoři článku také uvádí, že ku prospěchu kartografie je možno použít analýzu AOI oblastí, kde jednotlivé prvky mapy (legenda, měřítko, název, specifické jevy v mapě aj.) jsou hodnoceny z četnosti frekvence fixací respondenta.

S využitím eye-trackingu v kartografii také souvisí poznámka z knihy *Applying eye-movement tracking for the study of map perception and map design* od autorů L. Brodersen, H. Andersen a S. Webber, která pojednává o tom, že svět je plný map, a proto je nutné je rozdělit do skupin. Výsledku jednotlivých testů použitelnosti map nejsou univerzální, ale platné pouze pro daný okruh map a testované otázky musí být přizpůsobeny tématu. Kartografie poskytuje široké pole pro výzkum, přesto se hodnocením map příliš odborníků nezabývá.

Komplexním hodnocením webových map se zabývali O. Alacam a M. Danci z Univerzity Ozyegin v Turecku. V článku se autoři srovnávali čtyři mapové portály. Jednou ze sledovaných charakteristik byla například průměrná délka fixací a jeden z portálů tuto charakteristiku měl statisticky významně nižší než u ostatních hodnocených portálů. Čím je průměrná délka fixací nižší, tím je prostředí pro uživatele příznivější.

Na základě technologie eye-tracking lze zkoumat rozdíl ve vnímání mapy ve 3D a ve 2D. Touto problematikou se zabývali Popelka a kolektiv 2013, řešen byl rozdíl v uživatelském vnímání 2D vizualizace mapy s vrstevnicemi a totéž v 3D podobě. Z experimentu, který byl tvořen tak, že respondentům se na jedné obrazovce zároveň zobrazila 2D a 3D mapa vedle sebe a cílem bylo zaznamenat, která mapa je srozumitelnější a přehlednější. Z výsledků vyplynulo, že respondenti nepozorovali velké rozdíly ve vnímání těchto map. Důvodem bylo pořadí map ve stimulech.

3.1 ZPŮSOBY VYUŽÍTÍ TECHNOLOGIE EYE-TRACKING

Způsob mapování lidského zraku může poodhalit, nakolik je testovaný materiál v „komunikaci“ se zákazníkem účinný, kde jsou jeho slabá místa a především jak je opravit. Nejúčinnější metodou pro výzkum je kombinace technologie eye-tracking s metodou kvalitativního výzkumu, takzvaným hloubkový, individuálním rozhovorem. Pomocí kombinace těchto metod se zmapuje celkové zpracování reklamního materiálu. Mezi nejběžnější typy výzkumů patří:

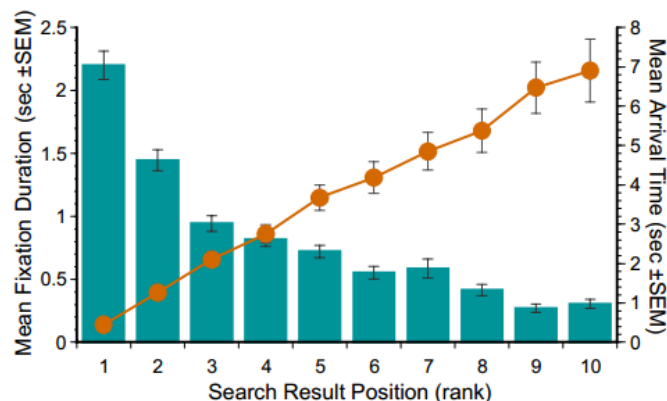
- Hodnocení tiskovin (*vizuální atraktivita, velikost písma, srozumitelnost, ...*)
- TV spoty (*jak si jednotlivé střihy dokáží předávat zrak diváka,...*)
- Optimalizace www stránek (*obsahová relevance, grafika, intuitivnost,...*)
- Space management (*rozložení zboží v regálech, vliv čela regálů,...*)
- Outdoor media (*billboardy, výlohy obchodů, plochy v MHD prostředcích,...*)
- Testy obalů (*testování velikosti, tvaru, barvy, názvu, obrázku,...*)
- Porovnávací testy (*porovnání s konkurencí*)

Existuje na 120 způsobů měření dat získaných technologií eye-tracking. Důvodem proč je tolik možností zahrnují naměřená data sama o sobě, jelikož jsou velmi všestranná, bohaté na informace jak v prostorové tak i časové složce. Data mohou být naměřena v mnoha aplikačních oblastech s mnoha typy stimulů a mnoha typy technických systémů (Holmqvist a kolektiv 2011).

3.1.1 Webový vyhledávač

Vyhledávací služby webu patří mezi nejvyužívanější aplikace na World Wide Web, a proto musí uživatelské rozhraní usilovat o pečlivou rovnováhu a plnit všechny uživatelské potřeby. Například rámci studie společnosti Microsoft bylo zjištěno, že přidáním informace do kontextového úryvku bude výrazně zlepšena práce s úkoly informační otázky (*najít adresu společnosti HP*), ale bude degradována práce pro úkoly navigační otázky (*najít domovskou stránku firmy SMI*). Tato studie především zkoumala vliv délky popisu u výsledku vyhledávání na rychlost nalezení požadované informace.

Obrázek 2 znázorňuje výsledky vyhledávání pohybující se v sestupném pořadí. Z výsledků studie zejména vyplývá to, že lidé prohlížejí výsledky vyhledávání přibližně v lineárním pořadí. Většina aktivity pohledu respondentů byla zaměřena na první položky a položkám s nižším hodnocením byla věnována nejmenší pozornost (Cutrell a Guan 2007).



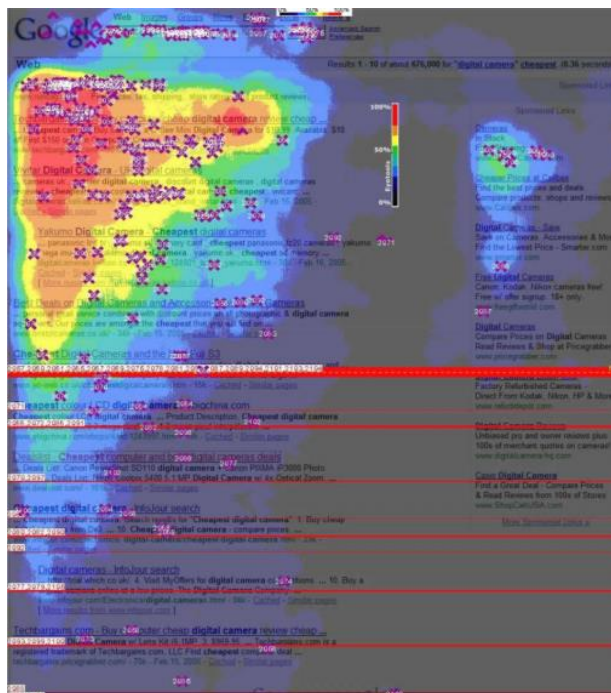
Obr. 2 Zobrazuje průměrnou dobu fixace (levá osa Y) a průměrnou dobu pohledu než respondent našel jednotlivý výsledek (pravá osa Y) (autor: Cutrell a Guan 2007).

(zdroj: http://dub.washington.edu:2007/pubs/chi2007/zhiwei_guan-EyeTrackingSearchSnippetLength.pdf).

3.1.2 Testování použitelnosti webových stránek pomocí eye-tracking

Pro hodnocení použitelnosti webových stránek se velmi často využívá technologie eye-tracking, ovšem důležité je si zde uvědomit relevantnost výsledků. Jestliže autor webu chce zjistit účinnost prvků umístěných na webu, např.: reklama, logo, pak je vhodné využít technologii eye-tracking (dobryweb.cz).

Při obvyklých výzkumech použitelnosti webu mohou respondenti své odpovědi zkruslovat či upravovat. Za použití oční kamery lze reálně hodnotit chování respondenta na různé verbální a vizuální podněty. Příkladem takového výstupu může být analýza Heat Maps viz obr. 3 (ghn.cz).



Obr. 3 Ukázka Heat Maps – stránka s výsledky výhledávání Google. Červená oblast je nejvíce exponovaná, šedá nejméně (autor: fruition.net.).

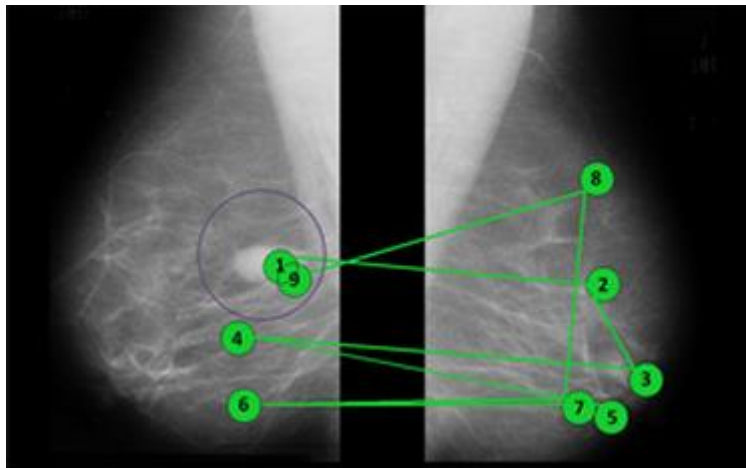
(zdroj: <http://fruition.net/denver-website-design-firm/website-design/>).

3.1.3 Reklama a eye-tracking

Testování reklamních materiálů za pomoci oční kamery vychází hlavně ze skutečnosti, že zákazníci zpracovávají reklamu v několikanásobných vlnách. Tohoto chování si většina lidí není vědoma. Eye-tracking je vhodný jak na hledání obecných pravidel, tak pro sledování konkrétních případů. Většina experimentů se snaží pospat vliv změny jednoho aspektu reklamy na celkové chování zákazníka a z toho vyplynulo, že zrak přitahují objekty v optickém středu stránky, než objekty na okrajích. Zjistilo se také, že muže přitahují obrazy žen, nejlépe nahých, zorničky žen rozšiřují fotky malých dětí. Měřitelným faktem je, že zákazníci se po čase stávají inertní vůči určitému typu reklamy, která měla na začátku úspěch (Klimeš 2001).

3.1.4 Oblasti využití technologie eye-tracking

Výše uvedené kapitoly zmiňují využití technologie eye-tracking v kartografii, oblasti reklamy a jiné. Například při léčbě rakoviny prsu lze tuto technologii využít, kdy často nastává chybná diagnóza. Způsobem jak zaučit mladé doktory lze pomocí metody Scan Path, kdy učni sledují pohyby očí doktorů na výstupech mamografu (Lutz 2012).



Obr. 4 Ukázka využití oční kamery při zjištění rakoviny prsu. Nádor je zakroužkován.

(zdroj: <http://news.wustl.edu/news/PublishingImages/ExpertScanpathreplace.jpg>).

Od roku 1964 byla v USA zavedena povinnost uvádět na krabičky od cigaret varovný text, který má odrazovat od kouření. Ovšem text nemá takový účinek jako grafická ukázka a proto vědci z University of Pennsylvania's Perelman School of Medicine vytvořili experiment na 200 kuřácích. Na stimulu jim bylo předloženo grafické a textové varování. Ve výsledku 83% respondentů zaujalo grafické varování a pouze 50% si prohlédlo textové varování. Z výsledků vyšla také pozitivní korelace, čím déle si někdo prohlížel grafické varování, tím je větší pravděpodobnost připomenutí tohoto upozornění (eyetrackingupdate.com).

4 KOMPOZICE MAPY

Kompozice mapy je pojem, který je blízký doteď známému pojmu – grafická úprava mapy viz. obr. 5. Jestliže si komponentní syntax všímá horizontálního rozložení mapových znaků z hlediska analytičnosti, komplexnosti nebo syntetičnosti, stratigrafická syntax zase vertikálního rozložení znaků a znakových útvarů podle vrstev, tak kompoziční syntax si všímá charakteru rozmístění znaků a znakových útvarů tvořících celky nebo podcelky, které ovlivňují estetické vnímání mapy jako jednoho celku i se všemi doplňkovými prvky mapy (Pravda, Kusendová 2008).

Kompozice mapy je první, co čtenář na mapě vnímá. Rozumí se tím rozmístění základních náležitostí mapového díla na mapovém listu. Mnoho autorů map pokládá kompozici za méně podstatnou, kterou za něj vyhotoví příslušný program. Kompozice je přitom jeden z nejdůležitějších aspektů kartografické tvorby, protože se výrazně podílí na zabezpečení rychlého a snadného sdělení prostorových informací v mapě. Dle Kaňoka (1999) závisí kompozice tematických map hlavně na účelu a měřítku mapy, kartografickém zobrazení, tvaru a velikosti znázorňovaného území a na formátu mapového listu. Na rozdíl od tematických map mají mapy topografické vycházející z projektů státních mapových děl jednotnou kompozici. Kompozice mapy musí splňovat tři základní požadavky:

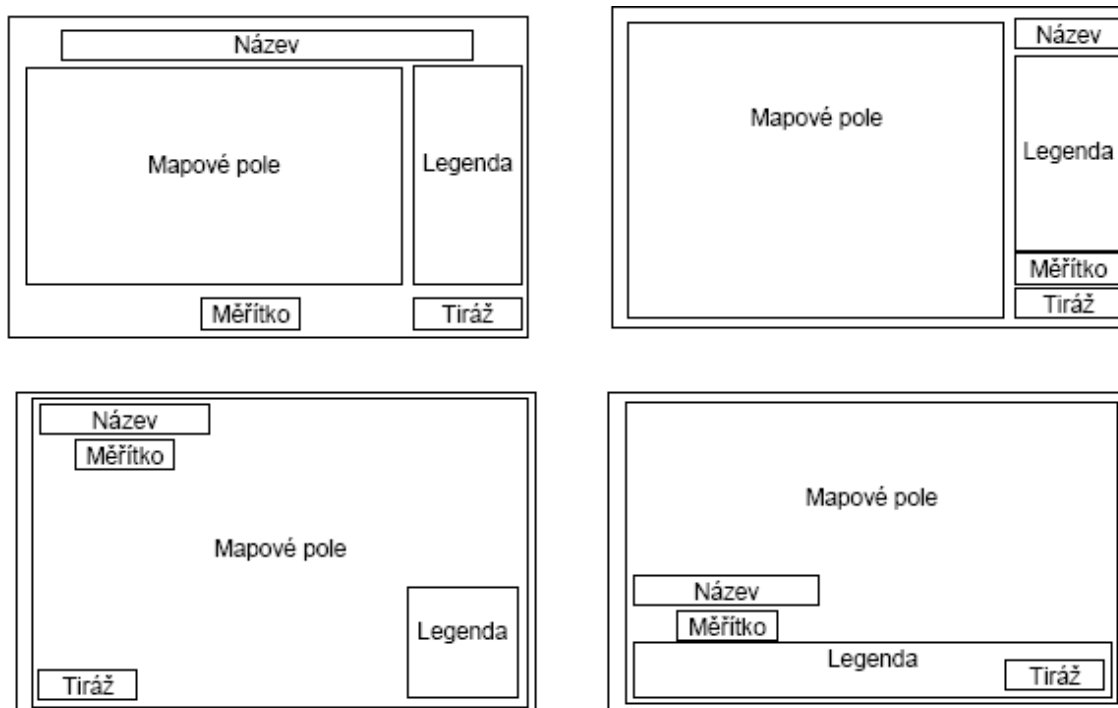
- obsahovat všechny základní kompoziční prvky
- být vyvážená, bez prázdných či naopak přeplněných míst
- vytvářet esteticky příjemné podmínky pro čtení mapy

Jestliže mapované území ve zvoleném měřítku je příliš rozsáhlé, nelze jej celý znázornit na jednom mapovém listu. V tom případě se dělení mapového pole na jednotlivé mapové listy řídí zásadami pro obecně geografické mapy, většinou překryvnými pásy sousedních mapových listů nebo zásadami pro dělení souborů topografických map podle kladu listů (Voženílek, Kaňok a kolektiv, 2011).

Mapa může sloužit k různým účelům, spolu s rozsáhlými dostupnými technikami mapování, může vést k dojmu, že každá mapa je zcela unikátní. Navzdory velkému množství různých map ve světě, je důležité si uvědomit, že většina z nich, vznikla ze společného souboru mapových prvků. Tyto prvky mapy představují základní stavební kámen kartografické komunikace, což znamená přenos geografických informací pomocí mapy. Následující seznam udává nejběžnější používané prvky dle Slocum a kolektiv (2009):

- rám mapy a mapového pole
- mapové pole
- vložení výřezu mapované oblasti
- nadpis a podnadpis
- legenda
- zdroj dat

- měřítko
- orientace



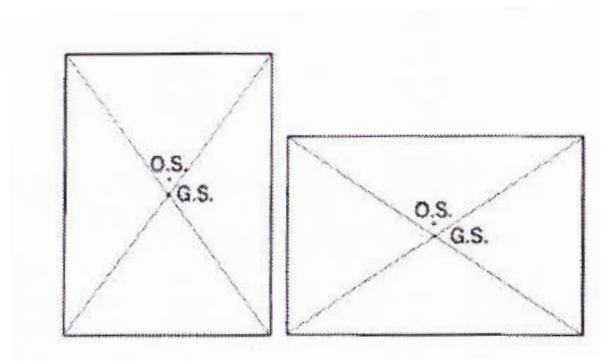
Obr. 5 Příklady kompozice tematické mapy.

(zdroj: [http://kartografie.fsv.cvut.cz/img-zasady/20A-Kompozice-mapy-\(Vozenilek\).png](http://kartografie.fsv.cvut.cz/img-zasady/20A-Kompozice-mapy-(Vozenilek).png)).

Podle Pravdy a Kusandové (2008) se rozlišuje kompozice mapy na intrakompozici a extrakompozici (vnitřní a vnější kompozice) mapy.

Intrakompozice mapy je celkové rozmístění a uspořádání intrakompozičních prvků mapy. Mezi tyto prvky se řadí každý mapový znak v mapovém poli (figurální-bodový, lineární, diskretní areálový nebo spojitý areálový) a jeho vlastnosti.

Extrakompozice mapy je celkové rozmístění a uspořádání extrakompozičních prvků mapy. Protože okolí mapy bývá velmi rozmanité, rozlišuje se extrakompozice pro jednotlivé mapy samostatně. Extrakompozičním prvkem je součást mapy nacházející se vedle mapového pole. Při umístění extrakompozičních prvků je potřeba respektovat více kompozičních pravidel. Například optický střed geometrického obrazce se nachází vždy výš, než jeho geometrický střed (Pravda, Kusandová 2008).



Obr. 6 Ukázka rozdílu polohy geometrického a optického středu v pravoúhelnících.

(zdroj: Aplikovaná kartografie, Pravda, Krusendová, 2008).

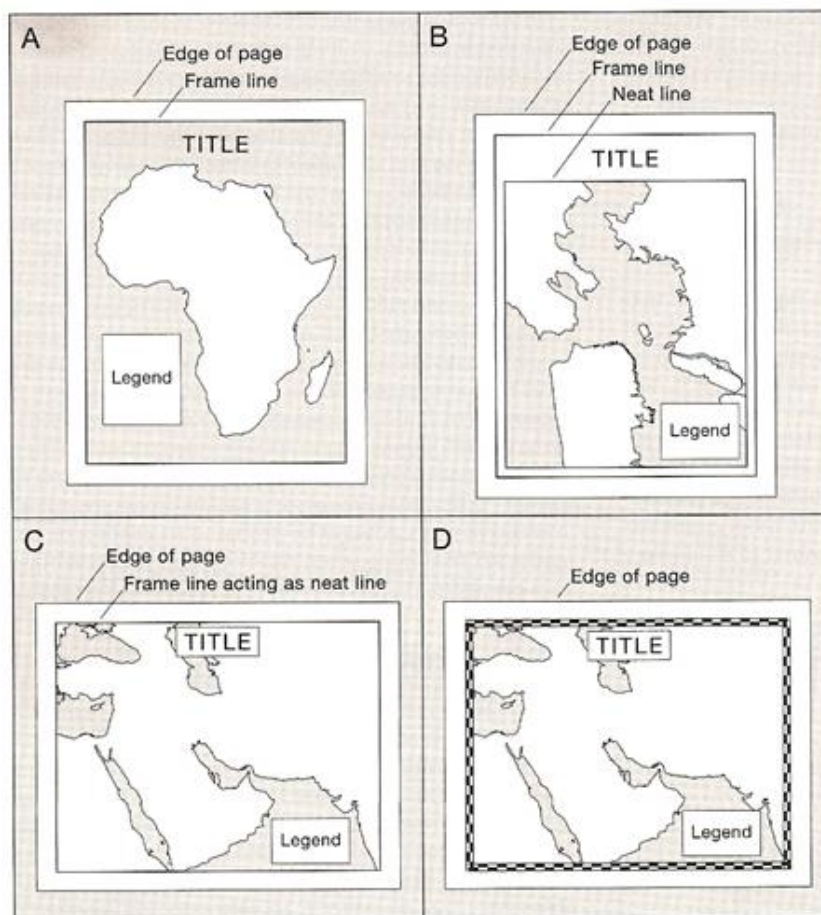
4.1 Základní kompoziční prvky

Mezi základní kompoziční prvky mapy řadíme mapové pole, název, měřítko, legenda a tiráž. Tyto základní prvky musí obsahovat každá mapa. Existují ovšem případy, kdy jsou některé z kompozičních prvků umístěny odděleně od mapového pole mimo mapový list. Jedná se například o mapy, které jsou součástí rozsáhlejších souborů mapových děl. Příkladem může být legenda státního mapového díla, která se přikládá v samostatné brožuře. U atlasových map je legenda uvedena v úvodu atlasu a tiráž je společná s tiráží celého knižního díla (Voženílek, Kaňok a kolektiv, 2011).

4.1.1 Mapové pole

Jak uvádí Voženílek, Kaňok a kolektiv 2011, mapové pole je ze základních kompozičních prvků nejdominantnější v rozsahu i výrazu samotného provedení. Je to část mapového listu, na kterém jsou vykresleny pomocí vyjadřovacích technik jak hlavní, tak i vedlejší mapovaná témata. Mapové pole je určeno buď obrysem zájmového území, nebo rámem, který probíhá zcela nebo z části podél obrazu zeměpisné sítě.

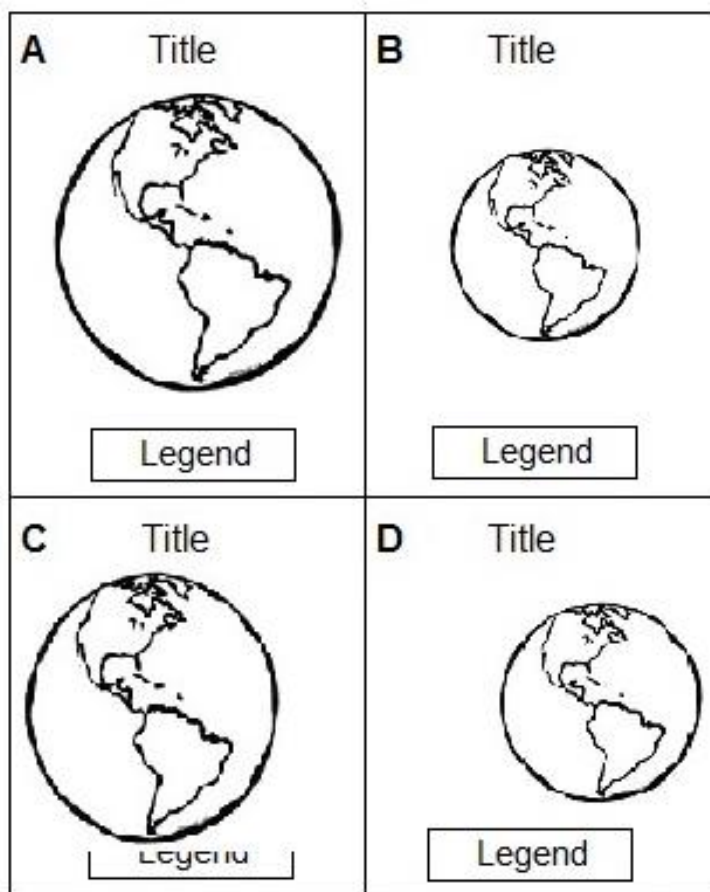
Rám mapy a mapového pole pomáhá organizovat obsah mapy a definovat její rozsah. Všechny prvky mapy uzavírá mapový rám; je podobný jako rám obrazu, protože uživatel mapy se zaměřuje na vše co je uvnitř. Rám mapy by měl být umístěn jako první, protože definuje počáteční volné místo, kde se umístí všechny prvky mapy. Rám mapového pole se užívá k ohraničení mapované oblasti. Rám mapy by měl být použit ve většině případů, rám mapového pole se používá, jestliže mapované oblasti musí být ohraničené. V některých případech může rám mapy být shodný s rámem mapového pole (viz. obr. 7C). Styl mapového rámu a rámu mapového pole by měl být nepatrný. Použita by měla být jednoduchá tenká černá linie, mírně tlustší linie jsou vhodné zejména pro práci s formáty větších rozměrů, jako jsou například nástěnné mapy nebo plakáty. Je nezbytné se vyvarovat příliš tlustým nebo zdobeným liniím, které mohou odpoutávat pozornost uživatele. Velikost a umístění rámu závisí na požadované velikosti mapy a rozměrech mapy.



Obr. 7 Příklady rámu mapy a mapového pole.

(zdroj: <http://www.siera104.com/images/maps/chp4%205/elements.jpg>).

Velikost mapového pole závisí na mnoha faktorech, jako jsou velikost stránky, okraje a prostor, který je potřebný pro ostatní prvky mapy. Obecnou směrnicí je, aby mapové pole bylo tak veliké, jak je jen možno v rámci daného prostoru, aniž by bylo příliš blízko mapového rámu a zbylo místo pro další mapové prvky (viz. obr. 8A). Největší velikost je důležitá, protože mapové pole je vyjádřeno zejména pomocí tematických symbolů a je nástrojem pro sdělování mapových informací. Obrázek 8B představuje mapové pole, které plně nevyužívá výhod volného místa, zatímco obrázek 8C znázorňuje mapové pole, které přesahuje možný rozsah své velikosti. To znamená, že se dotýká mapového rámu a nenechává dostatečný prostor pro umístění názvu a legendy. Poloha mapového pole závisí na mnoha faktorech, včetně tvaru zeměpisné oblasti, rozměrech stránky a na dalších prvcích mapy. Pokud je to možné, mapové pole by mělo být umístěno vizuálně ve středu a to jak ve vodorovném tak i svislém středu v rámci dostupného prostoru. Mapové pole v obrázku 8A a 8B je umístěné vhodně na středu, kdežto mapové pole v obrázku 8D je situováno mimo střed jak vodorovný tak i svislý. Střed mapového pole může způsobit vjem rovnováhy v mapě, ale nepravidelně tvarované geografické regiony spolu s dalšími faktory je často obtížné určit správný střed (Slocum a kolektiv, 2009).



Obr. 8 Příklady rámu mapy a mapového pole.

(zdroj: <http://files.geoped.webnode.cz/200000247-202cd2126c/earth.jpg>).

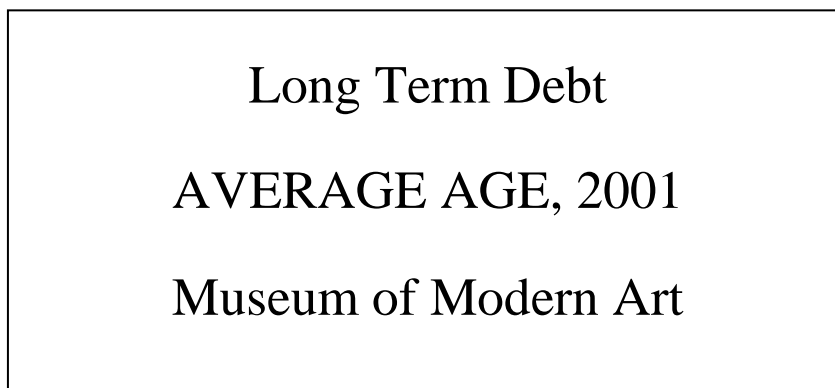
4.1.2 Název mapy

Název mapy je nejdůležitějším písemným prvkem na mapě a jako jediný je čitelný z větší vzdálenosti. Pro název se používají jednoduché rody písma, které neobsahují vlasové čáry, protože ty by z větší vzdálenosti mohly při četbě činit problémy a to především rod grotesk, který lze při počítačovém zpracování nahradit fontem Arial. V názvu nikdy se nepoužívá slovo “mapa“ (Kaňok, 1999).

Například, jestliže se použije název mapy Severní Amerika, tak se to obvykle považuje relativně za nedůležité, protože oblast je obecně známá svým tvarem. Bude-li mapové pole obsahovat část kontinentu nebo neznámou oblast jako je například menší ostrov, tak hodnota použití geografického názvu se značně vyšší (Robinson 2010).

Hlavní textovou informaci mapy nese její název. Při samotném sestavování názvu mapy je nezbytné dodržet zásadu následujícího logického řetězce: téma – název mapy – hlavní vyjadřovací prostředek – legenda. Představuje to, že téma mapy, které daný kartograf dostává při zadání, musí být v názvu stručně, avšak jednoznačně definováno. Dané téma je následně vykresleno nejvýraznějším vyjadřovacím prostředkem a nakonec umístěno na počátek legendy (Voženílek, Kaňok a kolektiv, 2011).

Dle Slocum a kolektiv 2009 se název mapy bere v potaz jako užití titulu a podtitulu. Titul se nejčastěji využívá u map tematických, ale někdy je možnost jej vynechat. Vynechání titulu je možné za předpokladu, že mapa je použita například v písemném dokumentu a téma je jasně, srozumitelně vyjádřeno v legendě obrazu. Nicméně se doporučuje používat titul v mapě za každé situace, i když se dané téma jednoznačně objevuje v obrazu. Titul tematické mapy by měl stručně charakterizovat téma, které je v mapě vyjádřeno (viz. obr. 9), zatímco obecné doporučení pro název mapy je vystihnutí zobrazovaného regionu.



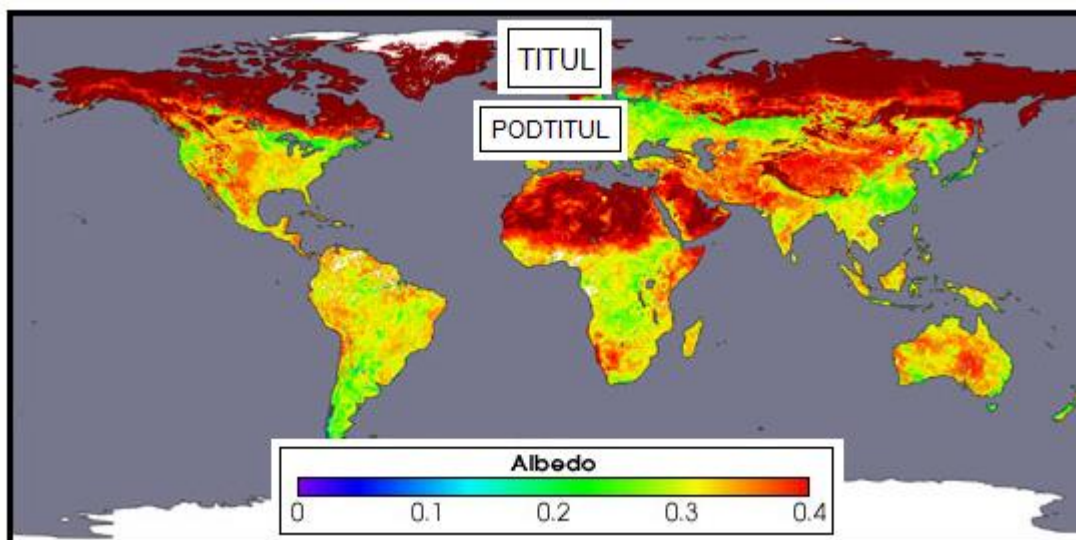
Obr. 9 Ukázka titulu tematické mapy.

(zdroj: Slocum a kolektiv).

Nepotřebné slova v titulu by měla být vynechána a zejména by se pozornost měla věnovat, aby se zabránilo použití zkratkám, kterým budoucí uživatelé mapy nebudou rozumět.

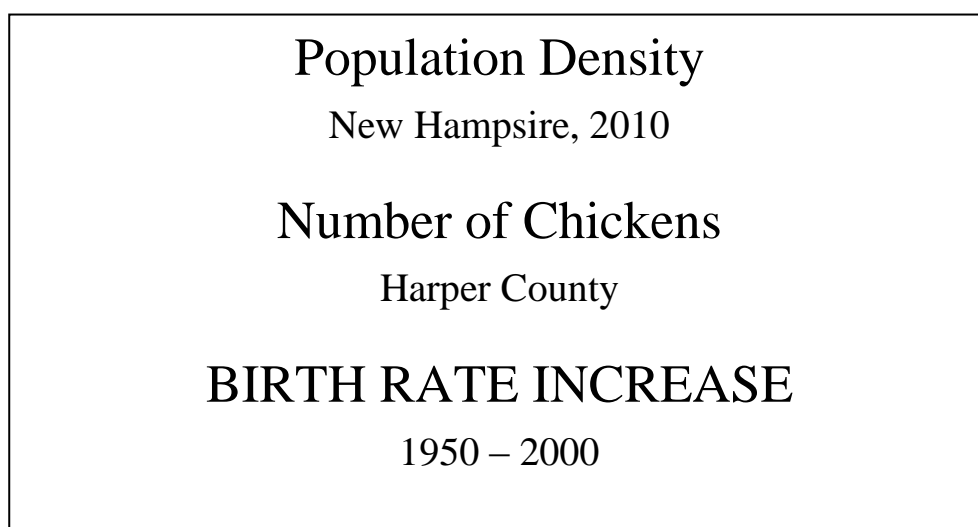
Podtitul mapy se užije pro další vysvětlení titulu. Názvy regionů a soubor informací o datech jsou součástí podtitulu mapy. Velmi často je vynechán název zobrazovaného regionu, jestliže se kartograf domnívá, že uživatel mapy snadno identifikuje oblast regionu. Například většina obyvatel Spojených států pozná tvar Spojených států a většina čtenářů článků zaměřujících se na Japonsko rozezná tvar Japonska. Pro splnění požadavku čitelnosti by měl být titul a podtitul prostý a zřetelný. Souvisí s tím vyhnutí se použití kurzívy a ozdobných fontů písma. Ačkoliv použitím tučného písma lze zdůraznit titul a podtitul, za běžných okolností není vyžadována tato vlastnost písma. Jemný ohraničující rámeček použitý okolo titulu a podtitulu lze uplatnit v případě, jestliže by nebyla dostatečná viditelnost těchto prvků (viz. obr. 7). Zbytečné používání ohraničujících rámečků okolo prvků mapy vede k vytvoření nadměrnému zdroji hluku. Titul by měl být obvykle největším prvkem na mapě, podtitul by měl být viditelně menší než titul. Titul i podtitul by měli být omezeny tak, aby se ve většině případů vlezly na jeden řádek. Pokud to daná situace umožňuje, titul by měl být umístěn k hornímu okraji mapy, kde je uživatel navyklý na umístění nadpisu a horizontálně vycentrován k rámu mapy. Vhodné umístění titulu může být také například přímo nad legendu a tím ulehčit orientaci uživateli, který nemusí přeskakovat zrakem z jednoho prvku na druhý. Mnoho

velkoformátových nástěnných map využívá této techniky, protože vzdálenost mezi názvem a legendou může být velká. Jestliže je použit podtitul, musí být umístěn přímo pod názvem a měl by být vodorovně zarovnan s titulem (viz. obr. 10)(Slocum a kolektiv 2009).



Obr. 10 Ohraničující rámeček pro titul, podtitul a legendu.

(zdroj: <http://www.global.webz.cz/images/energy/albedo-visibleearth.jpg>).



Obr. 11 Ukázka titulu a podtitulu tematické mapy .

(zdroj: Slocum a kolektiv 2009).

Název mapy vždy musí zahrnovat věcné, prostorové i časové vymezení daného tematického jevu, který je hlavním tématem mapy. Věcné vymezení názvu představuje charakteristiku, kategorii nebo případně jiné vyjádření tématu ve smyslu terminologie

dané vědní disciplíny jako je například veřejnosti přístupné rozhledny, výskyt medvěda brtníka, měsíční nebo roční úhrn srážek, navigační situace pro létání nadzvukovou rychlostí a jiné. Prostorovým vymezením rozumíme definované území, pro které bylo provedeno šetření a získané výsledky jsou následně v mapě vyjádřeny. Lze je vyjádřit jako Česká republika, země EU, Moravský kras a podobně. Časové vymezení může obsahovat jednoznačné určení období, ve kterém roce byl daný jev zkoumán například: v roce 1968, před rokem 1990, v období srpen až listopad 2002, od 6. 10. 2009 do 23. 3. 2010 a jiné. Také se někdy uvádí datum i čas, ke kterému se ukončila inventarizace objektů, uzávěrka zkoumání jevu, či rozhodný okamžik pro zjišťování údajů sčítání lidu, domů a bytů. Mohou nastat ojedinělé případy, kdy je možno některé prostorové a časové vymezení v názvu mapy neuvádět, věcné vymezení názvu uvádíme vždy. Nejčastěji nastávají dva případy, kdy se nemusí uvádět prostorové a časové vymezení. Prvním případem kdy se neznázorňuje časové vymezení je situace, když téma znázorňovaného jevu je časově relativně stálé nebo málo proměnné jako jsou například půdní typy, vegetační stupně, světové jazyky a další. Druhá situace kdy neuvádíme prostorové vymezení, popřípadě i časové vymezení nastává, jestliže jsou mapy organizovány v atlase nebo souboru map, pro který je zadáno prostorové popřípadě i časové vymezení (Voženílek, Kaňok a kolektiv, 2011).



Obr. 12 Ukázka názvu tematické mapy.

Jak uvádí například Kaňok 1999 nebo Voženílek 2011, tak je-li název mapy příliš dlouhý, rozdělíme jej na titul a podtitul. Titul nejčastěji obsahuje věcné vymezení, zřídka může také obsahovat i prostorové vymezení, hlavního tématu mapy.

4.1.3 Měřítko

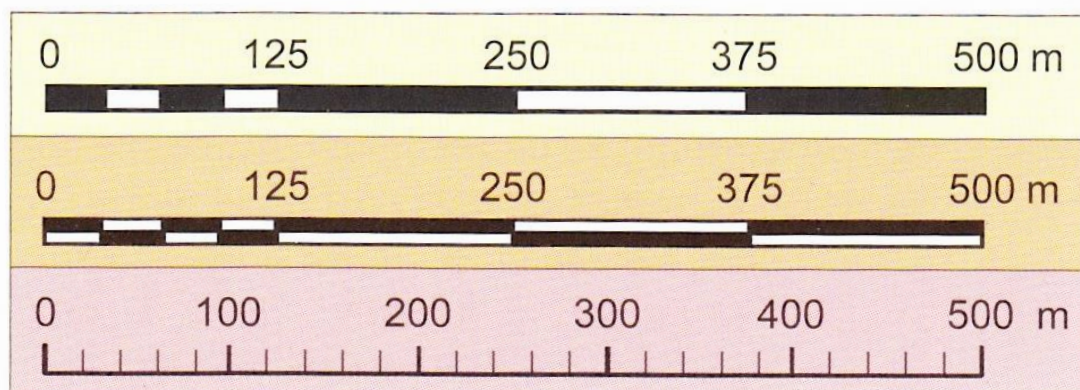
U měřítka je nutno odlišovat, zda se jedná o měřítko jako konstrukční prvek obsahu mapy a měřítko jako kompoziční prvek. Měřítko mapy v rámci matematických základů mapy je podřízeno cíli mapy tematickému zaměření kartografického díla. Má vliv na podrobnost a přesnost znázornění prvků obsahu mapy. Je úzce spjato s formátem mapy a kartografickým zobrazením. Měřítko mapy je hlavním ukazatelem stupně podrobnosti vyjádřených jevů a prvků (Voženílek, Kaňok a kolektiv, 2011).

Dle Slocum a kolektiv 2009 je kartografické měřítko založeno na přesném matematickém principu – reprezentativním zlomku (the representative fiction). Tento reprezentativní zlomek vyjadřuje vztah mezi vzdálenostmi na mapě a zemi. Stal se

standardem pro měření vzdáleností na mapě. Reprezentativní zlomek je vyjádřen jako poměr mapových jednotek na zemskou jednotku. Uvedeno na příkladu, tak reprezentativní zlomek 1 : 25 000 znamená, že 1 jednotka na mapě odpovídá 25 000 jednotek na povrchu země.

Měřítka mapy jako kompoziční prvek se nejčastěji vyjadřuje v grafické a číselné podobě, ve výjimečných případech někdy i slovně. Základní měřítko mapy je číselné, protože jasně udává poměr zmenšení referenční či topografické plochy při konstrukci mapy.

Grafické měřítko je představováno linií s vyznačením délkových úseků na zobrazovací ploše v dekadických krocích. Skládá se z měřítkové linie, kót a popisu. Slouží k měření nebo odhadování vzdáleností na mapě pomocí délkových úseků vyznačených na linii. Získané výsledky jsou zatíženy nepřesností při měření nebo odhadování z necelých úseků měřítka. Hlavní i vedlejší dělení grafického měřítka se vždy provádí pomocí dekadického způsobu (0-10-20). Popisují se vždy kóty hlavního dělení. Délkové jednotky se uvádějí za poslední kótu v řádku číslic a vždy v jazyce, ve kterém je mapa popisována.



Obr. 13 Možná řešení grafického měřítka.

(zdroj: Voženilek a kolektiv 2011).

Číselné měřítko mapy je nejbližším vyjádřením definice měřítka jako samotného konstrukčního prvku obsahu mapy. Uvádí se zápisem 1 : d, kde d je měřítkové číslo. Měřítkové číslo představuje hodnotu, kterou byla referenční, respektive zobrazovací plocha zmenšena při konstrukci mapy. Měřítkové číslo má svou standardizovanou hodnotu, nejvíce užívanou dekadickou. V rámci české kartografie jsou standardními měřítkovými čísly čísla, která jsou odvozena ze státních mapových děl (1 : 10 000, 1 : 25 000 aj.). Také mohou nastat případy, kdy se grafické měřítko upřednostní a to ze dvou důvodů. Prvním důvodem nastane při kopírování, kdy dochází ke zvětšování a zmenšování mapy se všemi mimo rámovými údaji, může nově vytvořený obraz mapového pole postihnout pouze zvětšené/zmenšené grafické měřítko. Číselné a grafické se v tomto případě stávají chybnými. Druhým důvodem nastane v případě, je-li tematická

mapa výstupem z určitého informačního systému a není-li určena ke srovnávání s jinými mapami v standardních měřítcích, je-li například dodána v nedekadickém měřítku. V tom případě se uvede pouze grafické měřítko.

Slovní měřítko slouží pro slovní formulaci číselného měřítko. Nejčastěji slovní měřítko zní: 1cm odpovídá xx km. Může se vyskytovat například na některých vojenských mapách dohromady s číselným a grafickým měřítkem.




4.1.4 Legenda

Legenda tematické mapy podává výklad použitých kartografických znaků a ostatních vyjadřovacích prostředků, včetně barevných stupnic. Sestavení legendy tematické mapy je náročné a v mé bakalářské práci bude pouze komplexně shrnuta.

Sestavení legendy tematické mapy je především zpracováním přehledu znakového klíče. Legenda tvoří otevřený grafický systém rozvíjejících se znakových klíčů soustav v závislosti na tvorbě a znázorňování nových objektů a jevů. Zhotovení legendy je jeden z nejnáročnějších a nejdůležitějších úkolů při tvorbě mapy. Základem pro zpracování znakového klíče je příslušný obsah dané mapy. Dále se na základě klasifikace znaků do jednotlivých stupňů postupuje v hierarchizaci znaků především podle významu objektu a jevu, dále podle zásad izomorfismu (Kaňok 1999).

Styl legendy by měl být jasný a přímočarý. Lze použít ohraničující rámeček podobně jako i titulu či podtitulu pouze v případě, že je nezbytné, aby maskoval mapovanou oblast (viz. obr. 7). Zvláštní pozornost by měla být věnována zjištění, že symboly v legendě jsou totožné s těmi, co jsou uvedeny v mapovém poli. Tohle zjištění zahrnuje velikost, barvu a orientaci pokud je to možné. Legenda by měla být dostatečně velká, aby uživatel mohl snadno pracovat s mapou, ale neměla by být tak rozsáhlá, aby zpochybňovala tematické symboly v mapovém poli nebo zabírala příliš mnoho volného místa. Název legendy by měl být menší než podtitul a definice kategorií by měli být menším písmem než název legendy.

1. SÍDLA A OBJEKTY

	1.1 budova, blok budov
	1.2 kaple
	1.3 myslivna

Obr. 14 rozdíl ve velikosti písma mezi názvem legendy a popisem kategorie.

(zdroj: Čápová 2008).

Poloha legendy je závislá na dostupném prostoru, jako je definováno u ostatních prvků mapy. Pokud je to možné, legenda by měla být umístěna vizuálně ve větší části volného místa. Znáznornit to lze na obrázku 9, kde je k dispozici prostor jak po levé, tak i po pravé straně v případě jižní Ameriky. Legenda zde byla rozdělena na dvě části, a každá z těchto částí je vizuálně umístěna ve svém volném prostoru (Slocum a kolektiv 2009).



Obr. 15 Ukázka dělené legendy.

(zdroj: Slocum a kolektiv 2009).

Při vytváření legendy mapy je nutné dodržovat všeobecné zásady, které nemohou podléhat možnostem daného GIS produktu pro sestavení mapy. Legenda mapy musí být úplná, nezávislá, upořádaná, v souladu s označením na mapě a srozumitelná (Voženílek 2001).

Úplná legenda musí obsahovat všechny vyjadřovací prostředky, které jsou použity v mapě a naopak. Platí zde obecně užívané pravidlo, co je v mapě, je v legendě, a co je v legendě, je v mapě. Znamená to, že v legendě se musí objevit pouze znaky, které jsou užity v mapě a naopak. Na tematické mapě legenda především obsahuje prvky s tematickým obsahem a nemusí obsahovat prvky topografického podkladu. Je-li to vyžadováno, tak se topografický podklad uvede na konec legendy až za tematický obsah. O tom, zda se v legendě vyskytne topografický podklad nebo nevyskytne, rozhoduje budoucí okruh uživatelů.

Nezávislá legenda musí obsahovat znaky, které vyjadřují prvky obsahu mapy. Nezávislost legendy bude porušena v případě, jestliže jednomu prvku v mapě lze přiřadit dva různé kartografické znaky.

Uspořádaná legenda musí být zhotovena v logicky uspořádaný systém skupin znaků a v rámci skupin zachována posloupnost. Znamená to, že například hydrologické jevy a objekty se sdružují do jedné skupiny a nevyskytují se ve více skupinách v souladu s označením na mapě.

Srozumitelná legenda musí být zpracována podle kartografických zásad jazyka mapy s ohledem na budoucí okruh uživatelů. Legenda musí být tudíž dobře čitelná a zapamatovatelná.

Legenda mapy se sestavuje podle obsahu a zaměření mapy jako:

- jednoduchá (prvková, elementární) – zpravidla na analytických mapách
- kombinovaná – zpravidla bývá na komplexních mapách
- složená kombinovaná – zpravidla na syntetických mapách
- regionalizační – na mapách, které podle různých kritérií zařazují do různých nově vzniklých regionů
- typologická – na mapách s rozpracovanou typologií
- regionální – na mapách s vylučující areálovou metodou zachycující samostatné území
- chronologická – na mapách znázorňující genezi nebo časovou dynamiku jevů

Následným výsledkem tohoto postupu je logické uspořádání daného obsahu mapy a jeho geografické znázornění v optimálním znakovém klíči. Při procesu vytvoření legendy se dodržují následující fáze:

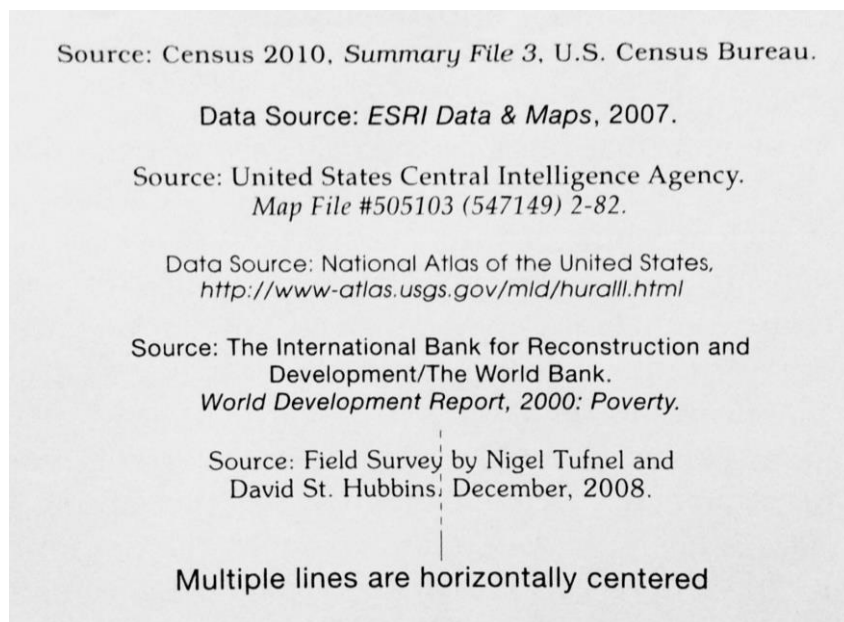
- stanovení obsahu tematické mapy a návrh znakového klíče
- strukturalizace tematického obsahu
- uspořádání legendy
- upřesnění znakového klíče
- generalizace legendy
- sestavení definitivní podoby a grafický zápis legendy

Tyto fáze se musí dodržovat ve výše uvedeném pořadí (Kaňok 1999).

4.1.5 Tiráž

Tiráž nebo jak uvádí Slocum a kolektiv 2009 zdroj dat umožňuje uživateli mapy říci, kde byly tematické údaje získány. Jsou-li to obecné informace jako jsou například dopravní či správní hranice, tak se obvykle vynechávají v tematických mapách. Zdroj dat by měl mít podobný formát, jako se používá u standardních bibliografických odkazů a je často výstižnější, ale méně formální. Mnoho uživatelů mapy nemá v úmyslu hledat zdroje dat, ale je velmi pravděpodobné, že uživatel chce mít obecnou představu o tom, kde byly údaje získány. Styl zdroje dat by měl být zřetelný a jemný jako je na obrázku 10.

Slova jako “zdroj dat“ nebo “zdroje“ by měli být zahrnuti, aby se zabránilo nejasnostem. Zdroje dat určují, odkud údaje pocházejí, nepojednávají o autorství. Formát zdroje dat by měl nejmenším prvkem na mapě, cílem je informovat ne přitáhnout pozornost.



Obr. 16 možnost znázornění zdroje dat (autor: Slocum a kolektiv 2009).

Tiráž závisí na druhu mapy a musí vždy obsahovat jméno autora nebo vydavatele mapy. Uvádí se proto, aby nedošlo ke špatnému určení autorova jména. Píše se křestní jméno malými písmeny a příjmení velkými. Dále se v tiráži uvede místo vydání mapy a rok vydání mapy. Jestliže je tiráž u tematické mapy velmi obsáhlá, může být rozdělena na dvě, výjimečně na více částí umístěných do různých míst na mapovém listu, nejčastěji u dolního okraje mapy, většinou vpravo (Voženílek, Kaňok a kolektiv 2011).

Údaje, které musí obsahovat mapy určené k veřejnému šíření (s výjimkou reliéfních a nástěnných map, glóbů a základních a tematických mapových děl), stanoví zákon č. 37/195 Sb. o neperiodických publikacích (Veverka, Zimová 2008).

4.2 NADSTAVBOVÉ KOMPOZIČNÍ PRVKY

Nadstavbovými prvky kompozice se někdy zvyšuje informační hodnota tematické mapy a také její atraktivnost. Vhodnou kompozicí lze zlepšit i čitelnost, přehlednost a názornost. Mezi nadstavbové kompoziční prvky lze zařadit marginálie (vedlejší mapy, grafy, diagramy, profily, blokdiagramy aj.) tak i textové marginálie (vysvětlující texty, tabulky, přehledy atd.). Stejně jako u provedení tiráže mapy, tak by i při zařazení nadstavbových kompozičních prvků představovalo značné usnadnění využití nástrojů nejrozšířenějších textových editorů v daných GIS produktech (Kaňok 1999).

Všeobecně platí, že se ve spolupráci s odborníkem příslušného oboru musí velmi pečlivě zvažovat použití nadstavbových kompozičních prvků na tematických mapách. Jejich příliš vysoký počet může zaplnit pole mapy natolik, že se mapa stane

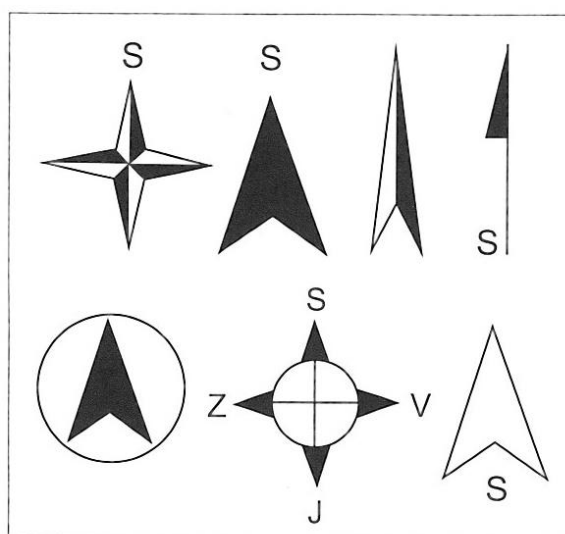
nepřehlednou, nebo až nečitelnou. Proto při konstrukci mapy musí být mapové pole nejdominantnějším kompozičním prvkem a titul mapy nejmóvraznějším textovým prvkem v mapě (Pravda, Kusendová 2008).

Mezi nejvíce používané nadstavbové kompoziční prvky patří směrovka, tabulky, logo, grafy, diagramy, schémata, vedlejší mapy, textová pole, obrázky, blokdigramy, rejstříky, seznamy a reklamy.

Při použití nadstavbových kompozičních prvků je dobré pečlivě zvažovat jejich počet i provedení tak, aby výsledek nebyl na úkor čitelnosti, přehlednosti a názornosti. Nejdominantnějším prvkem mapy by mělo zůstat mapové pole a titul mapy nejmóvraznějším písmenným prvkem na mapě (Veverka, Zimová 2008).

4.2.1 Směrovka

Směrovka je grafické vyjádření orientace mapy ke světovým stranám. Nejčastěji má podobu magnetické střelky, která ukazuje na sever. Směrovka se na mapách uvádí vždy a existují pouze tři výjimky, kdy se používat nemusí. První výjimka je v případě, kdy mapa obsahuje zeměpisnou síť (poledníky a rovnoběžky). Druhá, je-li mapa orientována k severu a zároveň znázorňuje známé území (známý průběh pobřeží nebo státní hranice), například u map světa, Evropy aj. Třetí případ, kdy mapa nemusí obsahovat směrovku nastává, je-li mapa součástí mapového souboru, který je jako celé mapové dílo orientován určitým směrem (Voženílek, Kaňok a kolektiv 2011).



Obr. 17 možnosti směrovek (autor: Voženílek, Kaňok a kolektiv 2011).

4.2.2 Vedlejší mapy

Vedlejší mapa může sloužit k několika účelům. Za prvé pro zobrazení primární mapované oblasti v podrobnější verzi. Za druhé pro zvětšení důležité nebo přeplněné oblasti. Za třetí pro zobrazení témat, které se vztahují k hlavnímu tématu. Velikost a poloha vedlejší mapy je rovnoměrně závislá na účelu vedlejší mapy, na velikosti mapy a také závisí na ostatních mapových prvcích (Slocum a kolektiv 2009).

Doplňují hlavní mapu ve stejném nebo odlišném měřítku. Na druhou stranu nevhodným zařazením vedlejších map může být studium širších souvislostí daného prostoru vážně narušeno. V současné době požadavky na informační funkci mapy vyžadují, aby spolu se znázorněním daného území, které je vymezeno přírodními nebo administrativními hranicemi, byly na mapě zachyceny v podrobné míře a přilehlé oblasti. Proto kompozice s vedlejšími mapami je třeba odůvodnit (Voženílek, Kaňok a kolektiv 2011).

4.2.3 Logo

Logo je grafický symbol nebo obrázek vztahující se k tématu mapy, autorovi, vydavateli nebo jiným subjektům. V žádném případě nesmí logo do mapového pole zastínit informace v mapě. Mapa musí stále plnit funkci orientační, informační, kulturní, topologickou aj. (Voženílek, Kaňok a kolektiv 2011).

4.2.4 Grafy, diagramy a schémata

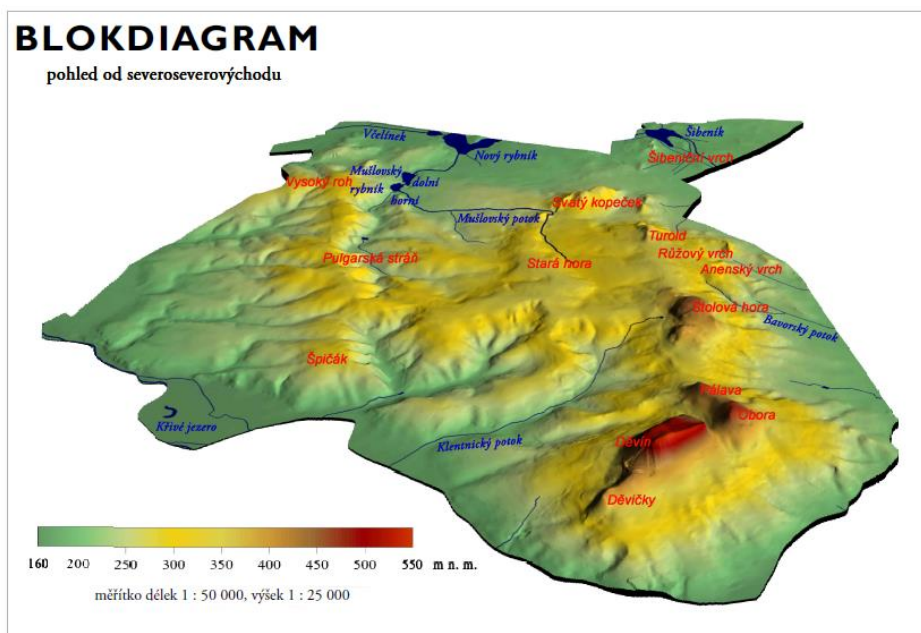
Grafy bývají v tematických mapách velmi často použity. Diagramy nejčastěji obsahují informace doplňující nebo shrnující tematiku mapy. Schémata zahrnují postup konstrukce mapy nebo strukturu mapovaného jevu (Voženílek, Kaňok a kolektiv 2011).

4.2.5 Textová pole

Zahrnuje nejčastěji vysvětlující texty k danému tématu mapy, definice použitých pravidel, popis metod, které byly použity pro vyjádření tématu, uvedení aktuálnosti, motto apod. (Kaňok 1999).

4.2.6 Blokdiagramy

Blokdiagramy obsahují především trojrozměrné informace, které doplňují nebo shrnují hlavní tematiku mapy. Zvláště vhodně doplňují blokdiagramy geologická a fyzicko-geografická témata. Zpřesňují, vysvětlují nebo konkretizují vybrané pojmy nebo vazby obsahu mapy (Voženílek, Kaňok a kolektiv 2011).



Obr. 18 Možnosti směrovek (autor: Voženílek, Kaňok a kolektiv 2011).

(zdroj: http://www.janmiklin.cz/atlas_chko_palava/casti/02_uvod-mapy.pdf).

4.2.7 Rejstříky a seznamy

Rejstříky a seznamy obsahují výčty objektů nebo lokalit či výpisy různých souborů. Pro určité typy rejstříků a seznamů se často používá zadní strana mapy. Očekává se, že budou sestaveny systematicky a přívětivě pro rychlé použití (Voženílek, Kaňok a kolektiv 2011).

4.2.8 Reklamy

Reklamy jsou na mapách nejčastěji umístěny za sponzorské příspěvky, které umožnily vydání příslušné mapy. Velmi důležité však je, aby reklama nikdy nenarušila vlastní obsah a celkový dojem a estetiku mapy (Kaňok 1999).

5 EXPERIMENT NA HODNOCENÍ POZICE LEGENDY

Jak již bylo výše uvedeno, jako podklad pro tvorbu manuálu sloužil experiment zaměřený na umístění legendy v mapovém poli. Před ostrým testováním proběhlo nejprve tzv. pilotní testování, kde byly odstraněny nedostatky. Pilotní testování proběhlo za účasti 15 respondentů. Finální testování proběhlo za účasti 28 respondentů. Cílem experimentu bylo zjistit, která pozice legendy bude mít největší vliv na správnost odpovědí. Respondent musel k bodu, který se nacházel v mapovém poli znázorněném pomocí kartogramu, přiřadit správnou stupnici legendy. Vytvořený experiment je součástí odevzdaného DVD k bakalářské práci.

5.1 Sestavení kompozice mapy

Sestavit kompozici mapy je složitý proces a nejprve je potřeba naplnit mapové pole pomocí nastavení znakového klíče a nastavení vyjadřovací metody.

Při tvorbě mapy v GIS významně napomáhá zejména možnost automaticky vytvořit legendu a vložit odpovídající číselné nebo grafické měřítko. Funkce automatické generování legendy nejen urychlí tvorbu legendy, ale zajistí i dodržení zásad tvorby legendy. Jedná se zejména o zásadu souladu legendy s označením na mapě a zásadu úplnosti legendy. Programy umožňují legendu i uspořádat do logického systému skupin znaků nezávisle na pořadí vrstev v mapovém poli a splnit tak zásadu uspořádanosti (Voženílek, Kaňok a kolektiv 2011).

Pomocí těchto funkcí je správnost legendy zajištěna, ale pozici legendy zvolí každá kartograf samostatně. Na tento problém je zaměřen experiment, kde cílem je zjistit vhodné umístění legendy, aby uživatel vyčetl co nejvíce správných informací z mapy.

5.2 Výběr respondentů

Konečný počet respondentů pro testování byl 28. Cílem experimentu bylo zjistit, které umístění legendy vnímají respondenti nejlépe. Polovinu dotázaných (14 dotázaných) tvořili studenti katedry geoinformatiky a 14 respondentů zejména studenti pedagogické fakulty bez znalostí kartografie. Před testováním byli studenti obeznámeni s řešenou problematikou a vysvětleny cíle testování. Důraz byl kladen na to, aby dotázaný seděl ve vhodné poloze vůči zařízení eye-tracking a tu si držel po celou dobu testování.

5.3 Zadání výzkumu práce

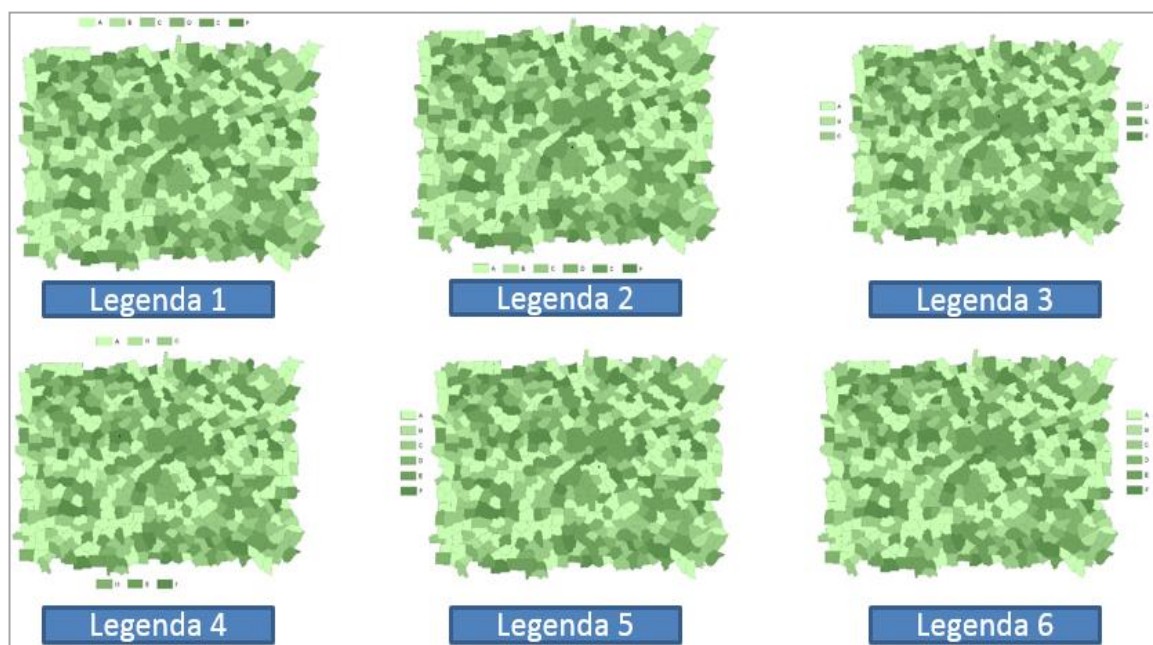
Experiment je zaměřen pouze na pozici legendy v mapě. Cílem testování byl zjistit vliv pozice legendy na přiřazení bodu v mapovém poli náležící ke správnému stupni legendy. Pro zjištění vlivu bylo použito technologie eye-tracking na základě toho, že tato technologie může být považována za objektivní, protože není ovlivněna stanoviskem osoby a jejíž chování je sledováno (Brychtová, Popelka 2013). Dalším cílem experimentu bylo také zjistit rozdíl v určení správné legendy mezi skupinou kartografů a nekartografů. Mezi data, která nebylo možno použít pro další analýzu, byla zařazena data, kde v jistých

momentech byla ztráta kontaktu se zařízením nebo přeskočení otázky. Naměřené výsledky jsou vyhodnoceny v následující kapitole.

5.4 Obsah a struktura experimentu

Úvodní stránka experimentu seznamovala respondenta s cílem a průběhem testu. Poté byla provedena kalibrace, byla-li úspěšná, spustila se vzorová ukázka testu. Vzorová ukázka obsahuje testovací otázku, která se v experimentu neopakuje z důvodu přívětivějšího uživatelského prostředí. Ukázka experimentu je doprovázena ujišťující otázkou, zda respondent pochopil způsob testování. Na konci experimentu je věnováno poděkování dotázanému.

Testovací stimuly obsahovaly fiktivní mapové pole vyobrazeno pomocí kartogramu a k němu přidruženou legendu. Experiment zahrnoval celkem 40 testovacích stimulů znázorněny pomocí barevných vzdáleností vycházející z RGB kódů $\Delta E=2$, $\Delta E=4$, $\Delta E=6$, $\Delta E=8$ a $\Delta E=10$ znázorněno na obrázku 20. Pod každým barevným kódem bylo vytvořeno 8 stimulů s 6 možnostmi umístění legendy viz. obr. 19. Úkolem dotázaného bylo přiřadit černý bod nacházející se v mapovém poli ke správné legendě a následně zvolenou možnost zaznamenat do dotazníku. Cílem analýzy bylo zjistit, jaké umístění legendy je pro uživatele nejvhodnější pro správné přiřazení bodu v mapovém poli ke správné legendě.



Obr. 19 Pozice legendy v experimentu.

$\Delta E=2$			
R	G	B	
159	211	138	F
167	219	146	E
175	228	154	D
183	237	162	C
192	246	171	B
201	255	179	A

$\Delta E=4$			
R	G	B	
93	143	76	F
110	161	92	E
129	181	110	D
151	203	131	C
175	228	154	B
201	255	179	A

$\Delta E=6$			
R	G	B	
67	117	52	F
88	138	71	E
110	161	92	D
136	188	117	C
167	219	146	B
201	255	179	A

$\Delta E=8$			
R	G	B	
67	117	52	F
88	138	71	E
110	161	92	D
136	188	117	C
167	219	146	B
201	255	179	A

$\Delta E=10$			
R	G	B	
39	89	26	F
68	117	52	E
93	143	76	D
123	174	104	C
159	211	138	B
201	255	179	A

Obr. 20 použité barevné stupnice v experimentu skládající se z RGB kódů.

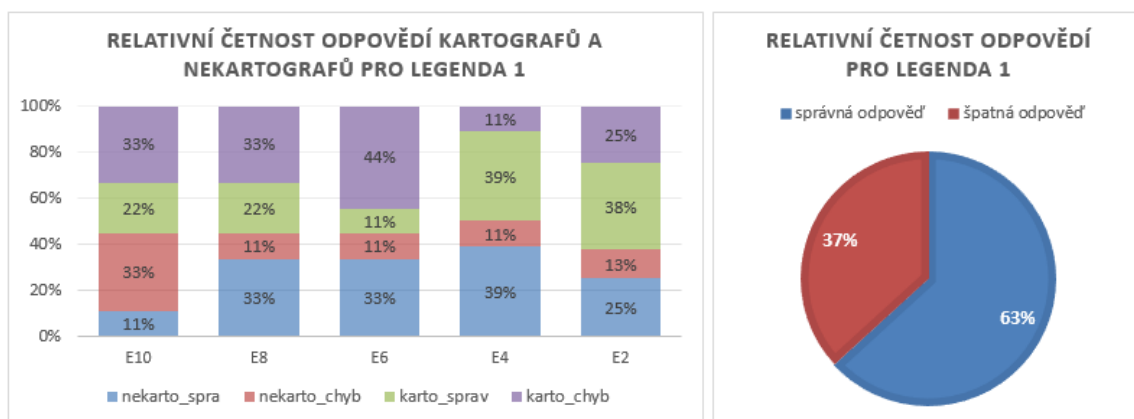
Použité barvy v testu byly pouze orientační, protože byl experiment vytvořen pro digitální prostředí a nastavení tiskárny nebylo známo, které by mohlo barvy pozměnit.

5.5 Vyhodnocení naměřených dat z experimentu

V rámci experimentu bylo celkově získáno 28 naměřených záznamů, které byly v programu SMI BeGaze vyexportovány pomocí analýzy Event Statistics metodou Questionnaire Statistics do textového souboru zahrnujícího záznamy o odpovědích respondentů a k nim přidružené stimuly.

Statistické vyhodnocení výsledků proběhlo pomocí metody relativní četnosti hodnoty statistického znaku. Relativní četnost hodnoty statistického znaku je absolutní četnost vyjádřená procentuálně z celkového počtu pozorování. Relativní hodnotu označujeme P_j . Je dána procentem nebo desetinným číslem. Součet relativních četností je 1 nebo 100%.

Data byla vyhodnocena pro každou možnost umístění legendy zvlášť pomocí dvou grafů. Sloupcový skládaný graf vyjadřuje srovnání zaznamenání správné a chybné odpovědi pro skupinu kartografů a nekartografů. Pomocí dvojrozměrného výšečového grafu je vyjádřena relativní četnost správných a chybných odpovědí pro danou možnost umístění legendy.

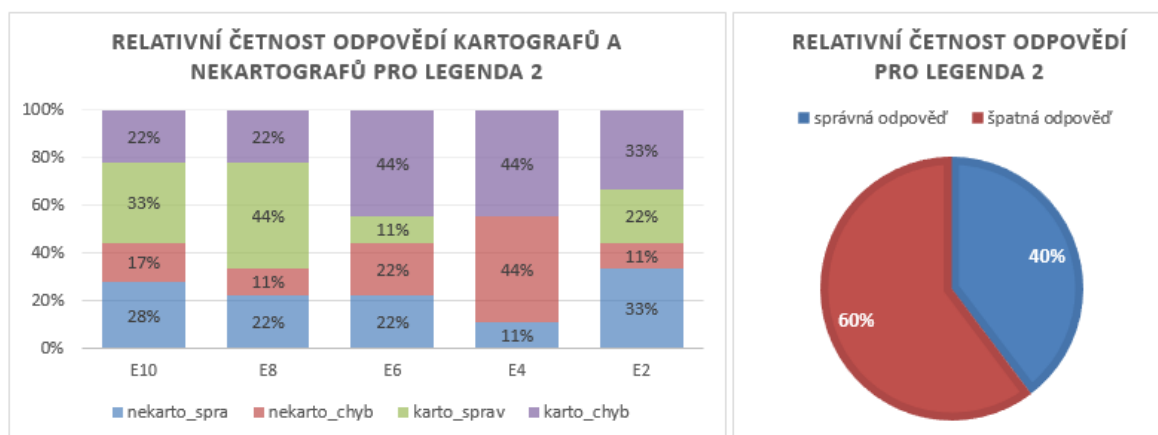


Obr. 21 Srovnání relativní četnosti odpovědí respondentů pro legenda 1 (vlevo sloupcový skládaný graf – skupina nekarto, karto; vpravo dvojrozměrný výšečový graf – pro součet skupin).

Osy na sloupcovém skládaném grafu (vlevo) vyjadřují součet relativní četnosti v % – osa Y a jednotlivé barevné vzdálenosti – osa X. Popis grafu je shodný pro všechny následující sloupcové složené grafy vyjadřující relativní četnost odpovědí. Z vyobrazených hodnot na obrázku 20 je patrná vyváženost odpovědí mezi srovnávanými skupinami. Dvojrozměrný výšečový graf (vpravo) vyjadřuje relativní četnost odpovědí součtu obou skupin (nekartografů, kartografů) a lze z toho vyčíst relativní vhodnost umístění této legendy v mapě. V tomto případě (obr. 20) znamená relativně vhodné umístění legendy.

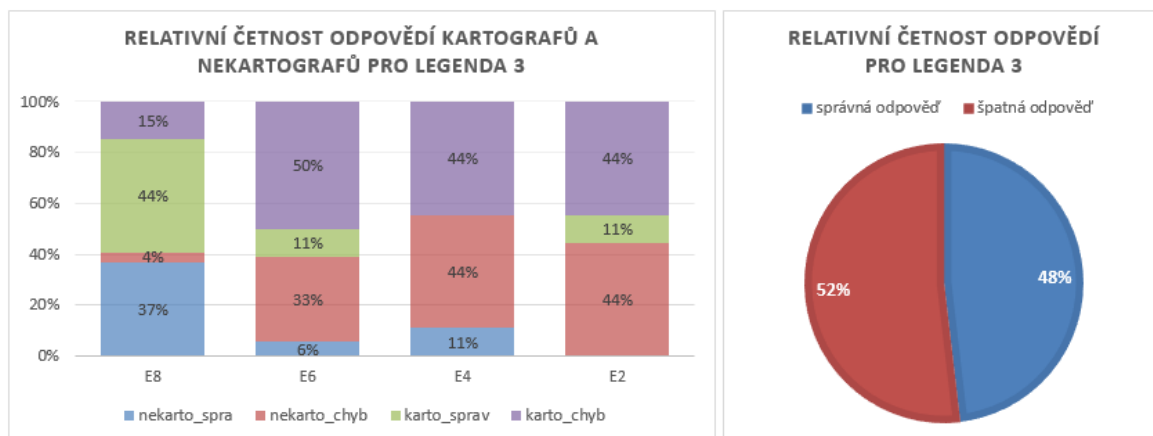
Na obrázku 21 zobrazuje sloupcový skládaný graf relativní četnost, ze které vyplývá, že skupina kartografů ve většině případů poradila lépe s přiřazením bodu ke správné legendě. Výjimkou byl sloupec E4, kde nikdo ze skupiny kartografů nezvolil správnou odpověď. Ze znázorněných výsledků na výšečovém grafu je patrné, že umístění této

legendy (legenda 2) dělá problém přiřadit správnou legendu k bodu umístěného v mapovém poli. Důvodem může být neobvyklost tohoto umístění a špatná adaptace uživatele vedoucí k nesprávnému určení informací.



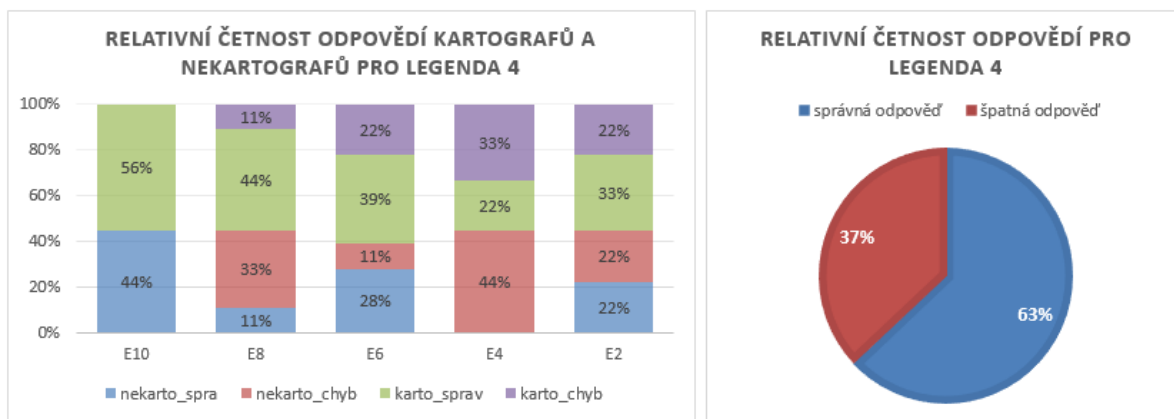
Obr. 23 Srovnání relativní četnosti odpovědí respondentů pro legenda 2 (vlevo sloupcový skládaný graf – skupina nekarto, karto; vpravo dvojrozměrný výsečový graf – pro součet skupin).

Obrázek 22 vyjadřuje na sloupcovém grafu mírnou převahu ve správných odpovědích skupinu kartografů. Výsečový graf vyjadřuje nejistotu v použití umístění této legendy v mapě na základě výsledků, jelikož vyjadřuje nepatrnou vyšší míru špatných odpovědí.

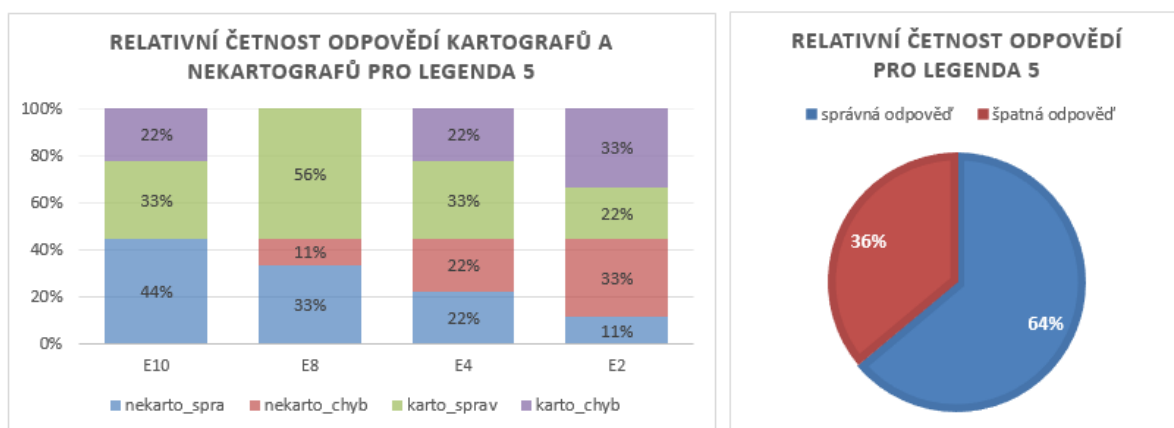


Obr. 23 Srovnání relativní četnosti odpovědí respondentů pro legenda 3 (vlevo sloupcový skládaný graf – skupina nekarto, karto; vpravo dvojrozměrný výsečový graf – pro součet skupin).

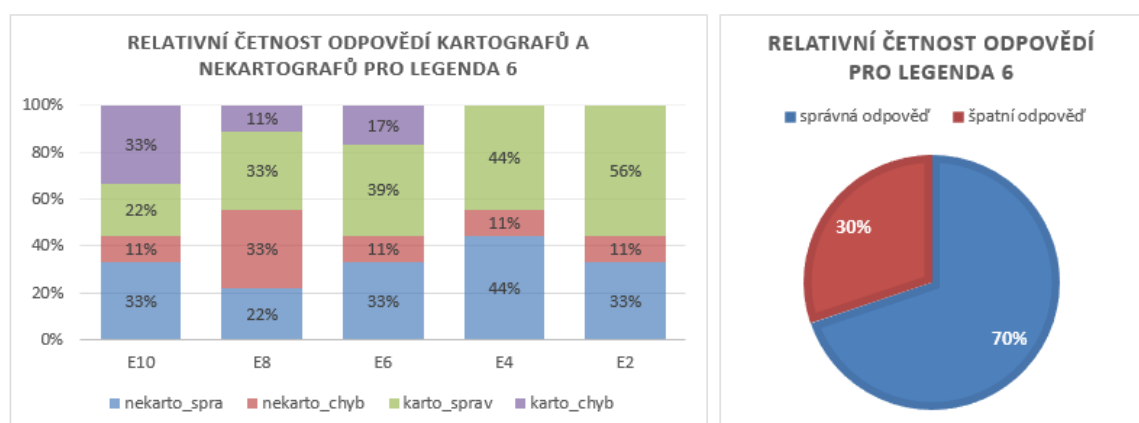
Sloupcový skládaný graf na obrázku 23 vyobrazuje vyšší schopnost skupiny kartografů přiřadit správnou legendu k bodu v mapovém poli. Pouze v případě barevné vzdálenosti E10 nebyla zaznamenána žádná chybná odpověď. Výsečový graf podobně jako na obrázku 19 poukazuje na vhodné umístění legendy, která respondentům dělala menší problém než například v případě umístění – legenda 2.



Obr. 24 Srovnání relativní četnosti odpovědí respondentů pro legenda 4 (vlevo sloupcový skládaný graf – skupina nekarto, karto; vpravo dvojrozměrný výšečový graf – pro součet skupin).



Obr. 25 Srovnání relativní četnosti odpovědí respondentů pro legenda 5 (vlevo sloupcový skládaný graf – skupina nekarto, karto; vpravo dvojrozměrný výšečový graf – pro součet skupin).



Obr. 26 Srovnání relativní četnosti odpovědí respondentů pro legenda 6 (vlevo sloupcový skládaný graf – skupina nekarto, karto; vpravo dvojrozměrný výšečový graf – pro součet skupin).

V umístění legenda 5 skupina kartografů zaznamenala většinu správných odpovědí, ale i skupina nekartografů v tomto případě neměla větší problém přiřadit správnou legendu k bodu. Jak ukazuje výsečový graf, umístění této legendy v mapovém poli nedělalo problém uživatelům jako například v případě na obrázku 20 nebo 21.

Obrázek 24 zobrazuje na sloupcovém grafu vysokou míru relativní četnosti správných odpovědí u skupiny kartografů i nekartografů. Zejména barevná vzdálenost E2 a E4 zahrnují více jak 80% správných odpovědí. Výsečový graf vyjadřuje celkově vysokou míru správných odpovědí v případě obou testovaných skupin.

Z vyhodnocení výsledků vyplývá, že nejvhodnější pozice legendy je napravo od mapového pole (legenda 6), jelikož v tomto případě byl zaznamenán nejvyšší počet správných odpovědí. Naproti tomu nejméně vhodným umístěním legendy je dole pod mapovým polem (legenda 2), kde správných odpovědí bylo zaznamenáno méně jak 45%. Pozice vlevo od mapového pole, rozdělená legenda zleva a zprava nebo ze spodu a vrchu mapového pole zaznamenala více jak 63% úspěšnost výsledků a lze z toho vyvodit, že tyto pozice jsou vhodné pro uživatele k získání informací z mapy.

6 MANUÁL K PRODUKTU SMI EXPERIMENT SUITE

Hlavním cílem bakalářské práce bylo vytvořit manuál na zhodnocení funkcionality nástrojů k programům SMI Experiment Center a SMI BeGaze.

Program SMI Experiment Center slouží pro vytvoření experimentu. Tento editor experimentu poskytuje sadu komplexních funkcí, které umožňují vytvářet mnoho tematicky zaměřených experimentů. Nabízí možnosti vytváření náhodných skupin, testování nanečisto a jiné. Druhým programem obsaženým v manuálu je SMI BeGaze, který nabízí komplexní analýzu a vizualizaci dat pohybu očí a stimulů. Poskytuje kompletní spektrum vizualizace dat od mapového zobrazení (Heat Map, Focus Map, atd.), tabulky (Event Statistics) až po grafy (Line Graph).

V manuálu je nejprve popsáno prostředí programu Experiment Center, ve kterém se vytvoří experiment. Obsahuje popis veškerých možností nastavení a jejich vliv na testování. Dále zahrnuje detailní popis vytvoření experimentu pomocí dostupných prvků a možná nastavení jejich parametrů. V programu BeGaze jsou detailně popsány všechny možnosti vizualizace naměřených dat a analýza naměřených dat. Dále zahrnuje postup importu dat z testování respondentů a export dat z dostupných metod vizualizace nebo analýz.

Pomocí technologie eye-tracking lze vytvářet experimenty z mnoha oblastí a následně naměřená data vyhodnocovat. S tím také souvisí fakt, že tuto technologii využívají různí uživatelé z odlišných disciplín. Vytvořený manuál byl zhotoven nejen pro skupinu kartografů věnující se problematice map s využitím technologie eye-trackingu, ale také pro uživatele, kteří budou chtít bez pomoci vytvořit experiment za použití vlastních dat a následně jej z dostupných metod vyhodnotit.

Vytvořený manuál zahrnuje následující obsah:

ÚVOD

1. PRACOVNÍ PROSTŘEDÍ SMI EXPERIMENT CENTER

1.1. Hlavní menu

1.2. Hlavní panel

1.3. Panel pro přidání prvků

1.4. Kontrolní panel

1.5. Obsah experimentu

1.6. Náhled stimulu

1.7. Parametry stimulu

1.8. Panel identifikace monitor

1.9. Panel spuštění testu

1.10. Přepnutí do BeGaze

2. POSTUP TVORBY EXPERIMENTU

2.1. Založení projektu

2.1.1. Přidání textu

2.1.2. Kalibrace (Calibration)

- 2.1.3. Stimulus (Image)
- 2.1.4. Přidání otázky (Question)
- 2.2. Popis parametrů prvků (stimulů) a experimentu
 - 2.2.1. Délka trvání (Duration)
 - 2.2.2. Nahrát data (Record Data)
 - 2.2.3. Úkol (Task)
 - 2.2.4. Náhodná skupina (Randomization Group)
 - 2.2.5. LPT Trigger
 - 2.2.6. Trigger Port
 - 2.2.7. Trigger Průběh (Trigger Duration)
 - 2.2.8. Trigger Hodnota (Trigger Value)
 - 2.2.9. Trigger Zpráva (Trigger Message)
- 2.3. Spuštění experimentu
- 3. PRACOVNÍ PROSTŘEDÍ SMI BEGAZE
 - 3.1. Hlavní menu
 - 3.2. Hlavní panel
 - 3.3. Editační panel
 - 3.4. Panel s možnostmi analýzy
 - 3.5. Exportní panel
 - 3.6. Palubní deska
 - 3.7. Přehledové okno
 - 3.8. Náhledové okno
- 4. IMPORT DAT DO BEGAZE
 - 4.1. Tabulka – Jméno experimentu (Experiment Name Tab)
 - 4.2. Tabulka – Naměřená data (Gaze Data Tab)
 - 4.3. Tabulka – Stimulus (Stimulus Images Tab)
 - 4.4. Tabulka - Sdružení stimulů (Stimulus Association Tab)
 - 4.5. Tabulka – Detekce událostí (Event Detection Tab)
- 5. EXPORT DAT Z BEGAZE
 - 5.1.1. Export do obrázku (Save Image to File)
 - 5.1.2. Export do videa (Export Video)
 - 5.1.3. Export surových dat (Export Raw Data to File)
- 6. VIZUALIZACE NAMĚŘENÝCH DAT
 - 6.1. Hlavní prostředí vizualizačních metod
 - 6.2. Události (Events)
 - 6.2.1. Události oka (Eye Events)
 - 6.2.2. Události uživatele (User Events)
 - 6.3. Gaze Replay
 - 6.4. Scan Path
 - 6.5. Bee Swarm
 - 6.6. Nastavení parametrů pro metody Gaze Replay, Scan Path, Bee Swarm

- 6.7. Focus Map
 - 6.7.1. Výpočet Focus Map
- 6.8. Heat Map
 - 6.8.1. Výpočet Heat Map
- 6.9. Nastavení parametrů pro metody Focus Map, Heat Map
- 7. PRÁCE S AIO EDITOREM
- 8. METODY PRACUJÍCÍ S AOI OBLASTMI
 - 8.1. Gridded AOI
 - 8.1.1. Nastavení parametrů Gridded AOIs
 - 8.2. AOI Sequence Chart
 - 8.2.1. Zobrazení AOI Sequence Chart
 - 8.3. Binning Chart
 - 8.4. Key Performance Indicators
 - 8.4.1. Nastavení parametrů Key Performance Indicators
- 9. ČÍSELNÉ A GRAFICKÉ VÝSTUPY
 - 9.1. Event Statistics
 - 9.1.1. Hlavní prostředí Event Statistics
 - 9.1.2. Kořenové okno výběru
 - 9.1.3. Hromadné okno výběru
 - 9.1.4. Výběr statistiky (Statistics)
 - 9.1.5. Nastavení parametrů Event Statistics
 - 9.1.6. Export Event Statistics
 - 9.2. Line Graph
 - 9.2.1. Hlavní prostředí Line Graph
 - 9.2.2. Okno s přehledem použitých dat
 - 9.2.3. Graf
 - 9.2.4. Vyhodnocení číselných údajů
 - 9.2.5. Náhled analyzovaného vzorku
 - 9.2.6. Nastavení parametrů Line Graph
- 10. Upozornění

Kapitola 1. a 2. se věnuje programu SMI Experiment Center, popisující uživatelské prostředí, aby se uživatel mohl s programem seznámit a následně pomocí prvků vytvořit experiment. Kapitoly 3. až 9. obsahují detailní popis prostředí SMI BeGaze s možností importu a exportu dat. Metody pro vyhodnocení naměřených dat byly seskupeny do skupin dle charakteru hodnocení dat do tří základních skupin – vizualizace dat, metody pracující s AOI oblastmi a číselné a grafické výstupy.

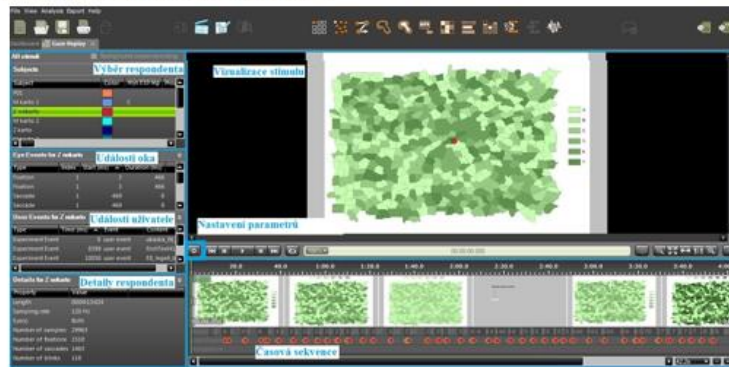
Na obrázku 27 a 28 jsou znázorněny ukázky z manuálu z elektronické verze ve formátu *.pdf*.

6. VIZUALIZACE NAMĚŘENÝCH DAT

Metody pro vizualizaci naměřených dat jsou:

- Gaze **Replay**
- Bee **Swarm**
- **Scan Path**
- **Focus Map**
- Heat Map

6.1. Hlavní prostředí vizualizačních metod



Obr. 19 Hlavní prostředí vizualizačních metod, které je shodné pro všechny metody. Na ukázce metoda Gaze **Replay**.

Obr. 27 Ukázka z manuálu zobrazující úvodní stránku pro kapitolu Vizualizace naměřených dat.

- Datový kanál (**Data Channel**)
 - Vyber pravého (**Right eye**) nebo levého oka (**Left eye**) (nezaměnitelný rozdíl při použití).
 - Skrytí 0 data (**Hide 0 data**) znamená, že dráha pohledu může poskytnout data s pozicí (0,0), jestliže během nahrávání při testování byli z nějakého důvodu monitoring očí ztraceni.
 - Vyblednutí kliknutí myši (**Fade out mouse clicks**) - kliknutí myši jsou zobrazeny na obrazovce v momentě, kdy byly tato kliknutí zaznamenána během nahrávání.
- Tloušťka linie (**Line width**)
 - Nastavení tloušťky linie v (px) při zobrazení fixace.
- Časový interval (**Time Interval**)
 - Zde je možnost definovat dva intervaly, kde analyzovaná trajektorie bude zobrazena v odlišných barvách. Po skončení těchto intervalů, bude zobrazení trajektorie pokračovat s definovanou barvou v založce výběru respondenta. Vhodné zvolit tuto možnost, když chceme zdůraznit odlišnost dvou intervalů při analýze.
- Zobrazení dat (**Trailer**)
 - Určuje, kolik fixací a **sakád** je nahromaděno v datech k zobrazení. Bude-li nastavena hodnota 0 (s), tudíž od začátku, všechny fixace a **sakády** jsou zobrazeny od prvního příkladu k současné pozici v analýze. Bude-li nastavena hodnota z 0 (s) na 10 (s), tak aktuální pozice analýzy se posune „následně za něco“. To znamená, že se zobrazí fixace a **sakády**, které předcházejí aktuální pozici v analýze.



Obr. 28 Nastavení parametru Gaze **Replay**

Kurzor (**Cursor**)

- Kurzor pohledu (**Gaze Cursor**)



Obr. 29 Nastavení parametru Kurzor

Obr. 28 Ukázka z manuálu zachycující popis parametrů pro metodu Gaze **Replay**.

7 VÝSLEDKY

Hlavním výsledkem bakalářské práce je vytvoření manuálu na zhodnocení funkcionality nástrojů produktu SMI Experiment Suite 360° (Experiment Center, Begaze). V manuálu je podrobně popsán postup vytvoření experimentu v programu Experiment Center, nastavení jednotlivých parametrů a vliv jejich chování na experiment.

Z programu BeGaze byly popsány všechny možnosti vizualizace naměřených dat, práce s vybranými AOI oblastmi, grafické a číselné vyhodnocení. Pro každou metodu byly podrobně popsány možnosti nastavení parametrů a jejich vliv na vyhodnocení naměřených výsledků.

Podkladem pro vytvoření manuálu sloužil experiment vyhotoven na testování umístění legendy v mapovém poli. Test obsahoval 40 otázek a byl založen na odpovědích 28 respondentů. Respondenty byli studenti se znalostmi kartografie a bez znalostí kartografie. Výsledky experimentu ukázali, že nejvhodnější umístění legendy pro uživatele je napravo vedle mapového pole. Nejméně vhodné umístění legendy dle výsledků je dole nad mapovým polem. Vliv na výsledky do jisté míry ovlivnila barevná stupnice, která v mnoha případech respondenta ovlivnila při výběru správné odpovědi. Výsledky také prokazují vyšší úspěšnost zaznamenaných výsledků pro skupinu kartografů než pro ostatní.

V textové části je obsažena rešerše, která je zaměřená na problematiku podobně jako v experimentu (hodnocení mapové kompozice) a dále je řešena možnost využití technologie eye-tracking v různých oblastech výzkumů.

V rámci bakalářské práce byly vytvořeny webové stránky obsahující stručnou charakteristiku práce a jsou dostupné ze stránek Katedry geoinformatiky.

8 DISKUZE

Cílem bakalářské práce je vytvořit manuál k produktům SMI Experiment Center a SMI BeGaze na příkladu hodnocení mapové kompozice prostřednictvím experimentu.

Jelikož je téma mapová kompozice velice komplexní, tak byla vybrána pouze legenda a vytvořený experiment byl vytvořen na umístění legendy v mapovém poli.

Testování proběhlo na respondentech tvořící dvě skupiny (studenti se znalostmi kartografie a bez znalostí kartografie). Studenti bez znalostí kartografie, zejména z pedagogické fakulty, bylo velmi snadné přimět nechat se otestovat, především z důvodu zajímavosti technologie eye-tracking.

V průběhu testování nastal zejména problém, kdy byl zaměněn monitor za jiný s odlišným rozlišením a bylo třeba výsledky testování rozdělit do více skupin. Chyby v naměřených datech vznikali zejména ztrátou očního kontaktu respondenta se zařízením z důvodu kombinace řasenky a přivřených očí, kdy bylo zapotřebí upozornit, aby dotázaný měl dostatečně otevřené oči pro kontakt se zařízením. Další chyby při testování vznikali z důvodu smíchu, únavy nebo vysoké míry nepozornosti.

Jelikož se experimentu účastnilo pouze 28 respondentů, nelze výsledky považovat za směrodatné, ale lze z nich vyzorovat, které umístění legendy uživatelé vnímají lépe, které jim dělá problém a při konstrukci mapy tento fakt zvážit a brát v potaz. Z výsledků bylo vyzorováno, že uživatelé nejlépe zaznamenávali správné odpovědi při umístění legendy napravo a nalevo vedle mapového pole. Nejméně vhodným umístěním z výsledků vyplnilo umístění legendy pod mapovým polem. Problém se zaznamenáním správného výsledku také dělalo umístění legendy současně nalevo a napravo od mapového pole.

Výsledky z experimentu by mohly být využity pro podrobnější analýzy například na základě vyhodnocení délky fixací nebo zpracovat data zvláště pro skupiny nekartografů mužů a žen a totéž provést u skupiny kartografů a poté srovnávat rozdíly a mezi pohlavím.

V manuálu pro vyhodnocení naměřených dat jsou popsány všechny dostupné metody, nastavení příslušných parametrů a jejich vliv na vyhodnocení dat. Z časového hlediska a velikosti obsahu manuálu nebylo možno se nejvíce využívaným metodám věnovat více a podrobněji popsat jejich vliv. Mezi nejvíce využívané metody technologie eye-tracking v kartografii jsou Gaze Replay, Heat Map a Event Statistics. Všechny metody jsou popsány tak, aby operátor byl schopen rozeznat, která metoda bude vhodná pro zpracování naměřených dat a při použité metodě byl schopen nastavit parametry pro správné vyobrazení výsledků. Zejména na operátorovi záleží, jaké výsledky se snaží získat, zda je pouze cílem získat informace o zájmových oblastech, statistická data jednotlivých respondentů nebo průběh trajektorie pohledu.

Z důvodu časové náročnosti byl manuál vyhotoven pouze jako volná vázaná příloha a v elektronické podobě ve formátu pdf. V budoucnu by bylo vhodnějším řešením manuál zpracovat do elektronické podoby a vytvořit pro něj webové stránky s mnoha možnostmi videoukázek a provázaností více grafických ukázek. Manuál bude dostupný na Katedře

geoinformatiky a lze s jeho pomocí vytvořit experiment na jakémkoliv téma, nejen kartografické, a naměřená data vyhodnotit pomocí dostupných metod.

Jelikož jsou veškeré materiály k produktům SMI v anglickém jazyce a články o technologii eye-tracking též v anglickém jazyce, tak zejména pro mnoho studentů najde manuál využití při tvorbě experimentu a testování dat a získání základních poznatků o dostupných metodách pro vyhodnocení dat.

9 ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo zhodnotit funkcionalitu nástrojů produktů SMI Experiment Center a SMI BeGaze na příkladu hodnocení mapové kompozice. Pro tento úkol byl vytvořen experiment zaměřený na vnímání pozice legendy.

V první fázi proběhla tvorba experimentu, pro který bylo vytvořeno výsledných 40 stimulů zobrazující mapové pole znázorněno pomocí kartogramu a k němu příslušnou legendu. V rámci experimentu bylo vytvořeno 6 možností pozice legendy. Testování proběhlo pomocí technologie eye-tracking a cílem testování bylo přiřadit bod v mapovém poli ke správné legendě. Experiment byl testován na skupině studentů se znalostmi kartografie (studenti geoinformatiky) a studentů bez znalostí kartografie (zejména studenti pedagogické fakulty).

Z výsledků experimentu vyplývá, že nejvyšší zaznamenaná správnost odpovědí byla v případě pozice legendy vpravo od mapového pole. Nejvíce špatných odpovědí u testovaných skupin bylo v případě pozice legendy nahoře nad mapovým polem. Vysvětlením pro tento jev je, že uživatel mapy je zvyklý na pozici legendy vpravo od mapového jelikož se tato možnost pozice využívá ve většině případů vytvořených map.

Experiment sloužil jako podklad pro vytvářený manuál, který je zaměřen programy SMI Experiment Center a SMI BeGaze. V manuálu jsou podrobně popsány možnosti nastavení při vytváření experimentu v Experiment Center a jejich vliv na testování respondentů. Naměřená data byla použita pro zhodnocení funkcionality nástrojů pro vizualizaci dat, práci s AOI oblastmi, grafické a číselné výstupy v programu SMI BeGaze. Každá metoda byla otestována, vyhodnocena a detailně popsána s veškerými dostupnými parametry, které nabízí. Manuál zahrnuje také popis a postup exportu výsledků naměřených dat zpracovaných v programu BeGaze, nebo import dat získaných testováním z Experiment Center.

Manuál byl vytvořen jako součást bakalářské práce v podobě volně vázané přílohy, ale také je dostupný ze serveru Katedry geoinformatiky.

O bakalářské práci byly zhotoveny webové stránky, které jsou umístěné na serveru Katedry geoinformatiky. Kompletní bakalářská práce v elektronické podobě je umístěna na DVD, které je k práci připojeno.

POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE

Knihy a jiné zdroje

ALAÇAM, Özge a Mustafa DALCI. A Usability Study of WebMaps with Eye Tracking Tool: The Effects of Iconic Representation of Information. s. 10. DOI: 10.1007/978-3-642-02574-7_2.

BRODERSEN, Hans ANDERSEN a Steen WEBER. *Applying eye-movement tracking for the study of map perception and map design*. 4. vyd. 2002, 98 s. ISBN Applying eye-movement tracking for the study of ma.

BRYCHTOVÁ, Alžběta, Stanislav POPELKA a Vít VOŽENÍLEK. The analysis of eye movement as a tool for evaluation of maps and graphical outputs from GIS. *GEOGRAPHY AND GEOINFORMATICS: Challenge for Practise and Education*. Hana Svobodová. 2012, s. 9.

BRYCHTOVÁ, Alžběta a Stanislav POPELKA. Exploring the Influence of Color Distance on the Map Legibility: 26 International Cartographic Conference 2013 - From Pole to Pole. 2013, s. 15. In Print

HOLMQVIST, Kenneth, NYSTRÖM, Richard ANDERSSON, Richard DEWHURST, Halszka JARODZKA a WEIJER. *Eye tracking: a comprehensive guide to methods and measures*. 2011. ISBN 978-0-19969708-3.

KAŇOK, Jaromír. *Tematická kartografie*. 1. vyd. Ostrava : Ostravská univerzita v Ostravě, 1999. 320 s. ISBN 80-7042-781-7.

PRAVDA, Ján a Dagmar KUSEDOVÁ. *Aplikovaná kartografia*. Bratislava, 2007, 224 s. ISBN 978-80-89317-00-4.

POPELKA, Stanislav; BRYCHTOVÁ, Alžběta; VOŽENÍLEK, Vít. Eye-tracking a jeho využití při hodnocení map. *Geografický časopis*. 2012, s. 71. - 87.

POPELKA, Stanislav a Alžběta BRYCHTOVÁ. Eye-tracking Study on Different Perception of 2D and 3D Terrain Visualization. 2013, s. 16.; In Print

ROBINSON, Arthur Howard. *The Look of Maps: An Examination of Cartographic Design*. ESRI, 2010, 105 s. ISBN 978-1589482623.

SLOCUM, Terry, et al. *Thematic cartography and geovisualization : Third edition*. [s.l.] : [s.n.], c2009. 561 s. ISBN 0-13-0-229834-1.

VEVERKA, Bohuslav; ZIMOVÁ, Růžena. *Topografická a tematická kartografie*. Vydavatelství ČVUT, 2008. 198 s. ISBN 80-01-02381-8.

VOŽENÍLEK, Vít; KAŇOK, Jaromír; A KOL. *Metody tematické kartografie - Vizualizace prostorových jevů*. Olomouc : Vydavatelství UP, 2011. 216 s. ISBN: 9788024427904.

Internetové zdroje

CUTRELL, Edward a Zhiwei GUAN. What are you looking for? An eye-tracking study of information usage in Web search. [online]. s. 10 [cit. 2013-05-13]. Dostupné z WWW: <http://dub.washington.edu:2007/pubs/chi2007/zhiwei_guan-EyeTrackingSearchSnippetLength.pdf>.

Dobryweb. [online]. [cit. 2013-05-13]. Kdy testovat web oční kamerou ? Dostupné z WWW: <<http://www.dobryweb.cz/>>

GH-Networks. [online]. [cit. 2013-05-13]. Testování použitelnosti webových stránek pomocí oční kamery. Dostupné z WWW: <<http://www.ghn.cz/>>

KLIMEŠ, Jeroným. Oční kamera a její využití v marketingu. [online]. 2001 [cit. 2013-05-13]. Dostupné z WWW: <http://klimes.mysteria.cz/clanky/psychologie/ocnikamera_marketing.pdf>

LUTZ, Diana. Visual nudge improves accuracy of mammogram readings. [online]. 2012 [cit. 2013-05-13]. Dostupné z WWW: <<http://news.wustl.edu/news/Pages/23315.aspx>>

Eye tracking research: graphic images make an impact on smokers. [online]. [cit. 2013-05-13]. Dostupné z WWW: <<http://eyetrackingupdate.com/2012/06/20/eye-tracking-research-graphic-images-impact-smokers/>>

SUMMARY

Title of bachelor thesis: IMPLEMENTATION OF SMI EXPERIMENT SUITE 360° TOOLS: A CASE STUDY ON MAP COMPOSITION EVALUATION

The bachelor thesis is focused on the evaluation functionality tools of Experiment Center and Begaze on map composition. Because theme map composition is very complex, so experiment was created on the perception of legend.

The aim of the experiment was to assign a point in the map field visualized by cartogram to the correct the legend. It was examined the effect of the position legend on the correct answers. The experiment was tested on a group of students with knowledge of cartography (geoinformatics students) and students without knowledge of cartography (especially students of the Faculty of Education). Test results showed that the most suitable location for the legend is to the right of the map field. The least suitable location is based on the results below the map field.

The basis in the manual for a detailed description of software Experiment Center served created experiment. The manual describes the elements to create an experiment, setup options and their impact on testing. The measured data were used to evaluate the methods offered by the software BeGaze. Each method has been tested, evaluated and described in detail with all available parameters. Manual includes a description and process export the results obtained data processed in the BeGaze, or import data obtained from testing Experiment Center.

The manual was developed as part of the thesis in the form of bound Annex and digital form in PDF format available from the server of the Department of Geoinformatics.

PŘÍLOHY

SEZNAM PŘÍLOH

Volné přílohy

Příloha 1 Manuál k produktu SMI Experiment Suite

Příloha 2 DVD