

Západočeská univerzita v Plzni
Fakulta aplikovaných věd
Katedra matematiky

Bakalářská práce

Rešerše současného výzkumu
interpretace obsahu map

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
Fakulta aplikovaných věd
Akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Martin KIRÁL**
Osobní číslo: **A11B0092P**
Studijní program: **B3602 Geomatika**
Studijní obor: **Geomatika**
Název tématu: **Rešerše současného výzkumu interpretace obsahu map**
Zadávací katedra: **Katedra matematiky**

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

1. Úvod.
2. Rešeršní metodiky.
3. Interpretace obsahu map.
4. Výzkum interpretace map.
5. Diskuze.
6. Závěr.

Rozsah grafických prací: dle potřeby

Rozsah pracovní zprávy: cca 20 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

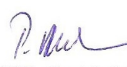
- Theresa-Marie Rhyne, Jason Dykes, Alan M. MacEachren. Exploring Geovisualization.
- Alan M. MacEachren, Menno-Jan Kraak. Research Challenges in Geovisualization.
- Buchroithner, Manfred F.; Prechtel, Nikolas; Burghardt, Dirk; Pippig, Karsten; Schröter, Benjamin. 26 INTERNATIONAL CARTOGRAPHIC CONFERENCE.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Mgr. Otakar Čerba, Ph.D.
Nové technologie pro informační společnost

Datum zadání bakalářské práce: 1. října 2013
Termín odevzdání bakalářské práce: 4. června 2014


Doc. Ing. František Vávra, CSc.
děkan




Prof. RNDr. Pavel Drábek, DrSc.
vedoucí katedry

V Plzni dne 1. října 2013

PROHLÁŠENÍ

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci zpracovanou na závěr studia na Fakultě aplikovaných věd Západočeské univerzity v Plzni.
Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a výhradně s použitím odborné literatury a pramenů, jejichž úplný seznam je její součástí.

V Plzni dne 30. 5. 2014

.....
vlastnoruční podpis

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Mgr. Otakarovi Čerbovi Ph.D. za velkou ochotu a trpělivost, poskytnutí informací i cenných rad.

Anotace

Tato práce se zabývá rešerší současného výzkumu interpretace obsahu map. Hlavní motivací bylo zpracovat téma, které není příliš probádané. Díky tomu můžeme najít nové směry výzkumu. V první části je uveden přehled možných metod rešerše a samotná rešerše literatury. Pro psaní rešerše literatury jsme zvolili metodu sněhové koule. Díky tomu jsme prokázali dobrou využitelnost této metody při psaní vědecké rešerše. Dále je popsána interpretace a co spadá pod obsah map. Součástí práce je také popis jednotlivých článků o současném výzkumu interpretace obsahu map. Nakonec jsou shrnuty výsledky a je diskutován možný další směr výzkumu. Tato práce pomůže kartografům k lepší představě o interpretaci mapy. Navíc se vyhneme zpracování výzkumu, který už dělal někdo před námi.

Klíčová slova: rešerše, interpretace, obsah map, 4D mapy

Abstract

This work deals with study of the current research of interpretation of content of maps. The main motivation was to process a theme that is not much explored. This allows us to find new directions in research. In first part, there is an overview of the possible methods of research and literature review itself. We chose the snowball method to write a literature review. As a result we showed good applicability of this method when writing scientific research. Then is described the interpretation and what belongs to the content of maps. The work also includes a description of current research articles on the interpretation of the content of maps. Finally, the results are summarized and a possible future research direction is discussed. This work will help cartographers to better understand interpretation of maps. In addition, we avoid processing research already done before.

Keywords: research, interpretation, content of maps, 4D maps

Obsah

Obsah	5
1 Úvod	6
2 Rešeršní metodiky	8
2.1 Co je to rešerše	8
2.2 Rešeršní strategie	9
2.3 Vybrání vhodné rešeršní metody	10
2.4 Rešerše literatury	10
3 Interpretace obsahu map	13
3.1 Obsah mapy	13
3.2 Interpretace obsahu různých typů map	14
4 Výzkum interpretace obsahu map	16
4.1 Popis jednotlivých výzkumů	16
5 Diskuze	45
5.1 Shrnutí poznatků	45
5.2 Návrh dalších směrů výzkumu	48
6 Závěr	50
Literatura	52

Kapitola 1

Úvod

Mapa je: „Zmenšený generalizovaný konvenční obraz Země, kosmu, kosmických těles nebo jejich částí převedený do roviny pomocí matematicky definovaných vztahů (kartografických zobrazení), ukazující prostřednictvím metod kartografického znázorňování polohu, stav a vztahy přírodních, sociálně-ekonomických a technických objektů a jevů“ (Terminologický slovník zeměměřictví a katastru nemovitostí)[1]. Díky mapám si uživatel může vytvořit jasnou představu o tom, jak krajina vypadá. Z různých tematických map dále může zjistit konkrétní vlastnosti daného území. „Jako nástroj pro komunikaci a přenos informací je mapa v trvalém zájmu kartografů, kteří vyhodnocují její informační obsah, účinnost a použitelnost a snaží se definovat hranici mezi 'dobrou' a 'špatnou' mapou“ (Exploring the Influence of Color Distance on the Map Legibility)[2]. Proto vzniká mnoho studií, které se zabývají interpretací obsahu map.

„Interpretace map je výklad obsahu mapy prostřednictvím čtení mapy a jeho využití k danému účelu“ (Terminologický slovník zeměměřictví a katastru nemovitostí) [1]. Problém interpretace map je v dnešní době stále více důležitý. S rozvojem technologií je interpretace geografických objektů a vztahů mezi nimi stále více náročnější.

„Mapa by měla dát uživatelům rychlou a přesnou odpověď na otázku“ (Použití entropie při studiu nestejnorodosti geografických jevů)[3]. Důležité pro kartografa při tvorbě mapy je, aby se uživatel v mapě orientoval a správně mapu četl. Jak řekl David Fraser: „Kartografové mají poměrně dost znalostí o kartografii a technologiích, ale málo o uživateli“ (Geocart 2009)[4].

Obsah mapy se dá vyjádřit pomocí různých kartografických metod a použitím široké škály barev. Nejvíce se problém interpretace obsahu mapy projevuje v tematické kartografii, kde má často kartograf svobodu ve výběru kartografických metod a použití barev. Proto se provádí výzkumy, které mají kartografovi usnadnit zvolení správné kartografické metody pro lepší čtení a interpretaci mapy uživatelem.

S rozvojem technologií a vznikem nových typů map (například různé interaktivní mapy nebo 4D časoprostorové mapy) se zvětšuje obrazová náročnost map a mapy jsou složitější na pochopení uživatelem. Proto se provádí výzkumy, které mají za úkol prošetřit interpretaci obsahu map. Tyto výzkumy dále zkoumají reakce různě

ných uživatelů na jednotlivé způsoby reprezentace daného jevu. Pomocí těchto studií se může kartograf při tvorbě mapy zaměřit na co nejjednodušší a nejsrozumitelnější způsob vyjádření obsahu mapy.

Uživatel by měl být schopen mapu rychle pochopit, zjistit z mapy důležité informace a aplikovat je v praxi. Pro rychlé pochopení mapy uživatelem je důležitá celková kompozice mapy. Nejdůležitější obsah mapy by měl být v mapě zvýrazněn, ať už barvou nebo velikostí. Rychlý průzkum a pochopení mapy z hlediska uživatele je důležitý u map na které má uživatel málo času. Můžou to být například mapy na bilboardech u dálnice. Zde je vhodné mapu zjednodušit a vhodně vyjádřit jen to důležité, abychom uživateli interpretaci mapy co nejvíce zrychlili a zjednodušili.

Ukázkou mapy nevyhovující z hlediska aplikovatelnosti v praxi může být například turistická mapa, která je doplněná spousty obrázků, na oko příjemná, vytvořená tak, aby si ji chtěl uživatel hned koupit. Když uživatel přijde do terénu, zjistí, že se podle mapy nemůže orientovat, například z důvodu špatné čitelnosti turistických stezek. Taková mapa není použitelná v praxi a je vhodná možná tak jako obrázek na zed'.

Jako další příklad nesprávné reprezentace obsahu může být mapa, u které autor trpí tzv. autorskou slepotou. To znamená, že pro autora je mapa dobře pochopitelná a zajímavá, ale uživatel se v mapě nemusí vždy orientovat. Například, když se autor snaží do mapy zabudovat zajímavé nadstavbové prvky, to může být dynamické zobrazení jevu nebo zbytečně složité kartografické znaky. Taková práce je kontraproduktivní a snižuje interpretovatelnost mapy pro prostého uživatele.

Aby se autoři map vyvarovali podobných chyb, je vhodné provést rešerši dosavadních výzkumů o interpretaci obsahu různých typů map, z které by kartografové mohli čerpat při tvorbě map.

Tato práce by měla pomoci kartografům k lepšímu pochopení interpretace obsahu map uživatelem. Díky tomu budou vznikat lépe interpretovatelné mapy pro konkrétní skupiny uživatelů.

Hlavní motivací pro psaní této práce bylo odhalit možné mezery ve výzkumu daného tématu a jednu z nich zaplnit následující diplomovou prací. Díky rešerši navíc získáme poznatky o daném tématu a psaní diplomové práce bude jednodušší.

Cílem této práce je sumarizovat znalosti o dosavadním výzkumu interpretace obsahu map a posléze navrhnout další směry výzkumu. K tomu je zapotřebí znát rešeršní metodiky, a jakou metodiku je vhodné použít pro toto konkrétní téma. Dále si musíme vysvětlit pojem interpretace map a budeme se zabývat porozuměním různých typů map. V další části práce už bude následovat současný výzkum interpretace map. Na závěr shrneme poznatky a navrheme další směr výzkumu.

Kapitola 2

Rešeršní metodiky

2.1 Co je to rešerše

Definice rešerše podle České terminologické databáze knihovnictví a informační vědy zní takto: „Výsledek (popř. proces) vyhledávání informací ve formě dokumentografických nebo faktografických záznamů, popř. plných textů dokumentů. Rešerše se zpracovává na základě rešeršního požadavku uživatele, který je zformulován pomocí dotazovacího jazyka do rešeršního dotazu; při provádění rešerše se uplatňuje rešeršní strategie. Podle charakteru obsažených informací se rozlišuje dokumentografická nebo faktografická rešerše; rešerše fixovaná na nosič se považuje za sekundární dokument.“

Literární rešerše se zabývá vytvořením přehledu současných znalostí o nějakém konkrétním tématu. Jejím cílem je shrnutí těchto vědeckých poznatků. Často poskytuje podklady pro návrhy dalšího směru výzkumu. Literární rešerše má několik charakteristických bodů:

- logický tok myšlenek, logická návaznost jednotlivých odstavců
- správné použití odborné terminologie
- nezaujatý a ucelený přehled současného výzkumu dané problematiky
- syntéza předložených informací

Syntéza předložených informací znamená, že autor by měl shrnout staré poznatky s novými, popřípadě nově interpretovat staré poznatky. Může také navrhnout nový směr výzkumu a vývoj v daném oboru (Literární rešerše)[5]. Pro to, aby člověk napsal kvalitní rešerši, musí mít určité předpoklady. Musí umět pracovat s informačními technologiemi a znát informační prameny. A to jak základní, tak sekundární, popřípadě terciární. Dále musí ovládat rešeršní techniky a znát cizí jazyky.

A proč má vůbec smysl psát literární rešerši?

- zabráníme v daném oboru výzkumu, který už dělal někdo před námi
- můžeme identifikovat případné mezery v literatuře daného tématu
- vyhneme se stejným chybám, které dělali naši předchůdci
- můžeme začít tam, kde ostatní skončili
- zjistíme, kteří lidé a jejich práce jsou klíčové pro náš obor
- nalezneme vhodný další směr výzkumu
(Literární rešerše)[5]

2.2 Rešeršní strategie

Nejdříve si musíme říct, kde hledat zdroje informací. Naše práce se zabývá výrazně se měnícím oborem přírodních věd. Proto budeme hledat převážně na internetu, kde se vyskytují nové články o současném výzkumu. Existuje několik strategií, jak při vyhledávání výrazu postupovat. Lze rozlišovat pět typů přístupu:

- strategie stavebních kamenů
- strategie rostoucí perly
- strategie osekávání
- strategie vyhledávání nejdříve podle nejužší fasety
- strategie vyhledávání nejdříve podle nejmenší četnosti výskytu
(Bibliografická a rešeršní činnost)[6]

V tomto odstavci se zaměříme na **strategii stavebních kamenů**. Jedná se o metodu, kdy výraz rozdělíme na několik klíčových slov a měníme jedno z klíčových slov. Přitom další zůstává stejné.

Příklad: Máme klíčová slova: interpretace, mapa, výzkum, porozumění.

Nejdříve můžeme zadat hledání výrazu Výzkum interpretace map. Posléze zadáme Výzkum porozumění map. Výsledkem bude spojení jednotlivých vyhledávání.

Strategie rostoucí perly se zabývá vyhledáváním od nejužšího pojmu a následným rozšiřováním výrazu.

Příklad: Nejprve hledáme výraz Současný výzkum interpretace obsahu map. Poté můžeme výraz rozšiřovat. Například na Současný výzkum interpretace map, a nebo ještě dál Výzkum interpretace map.

Strategie osekávání pracuje na opačném principu než metoda rostoucí perly. Postupně zmenšuje počet výsledků pomocí „osekávání“ výrazu.

Příklad: Výraz Výzkum interpretace obsahu map zúžíme výrazem Současný výzkum interpretace obsahu map.

Strategie vyhledávání nejdříve podle nejvyšší fasety se zaměřuje na vyhledávání termínu na nižší úrovni. Pokud nemáme dostatečný počet výsledků, nahradíme výraz nadřazeným termínem.

Příklad: Výraz Výzkum interpretace map nahradíme pojmem Výzkum čtení map.

U **strategie vyhledávání nejdříve podle nejmenší četnosti** výskytu hledáme nejprve výraz, pro který bude menší počet výsledků vyhledávání.

Příklad: V našem případě bude menší počet výskytů u hledání výrazu Interpretace obsahu map než Výzkum map.

2.3 Vybrání vhodné rešeršní metody

Metoda klíčových slov je nejjednodušší rešeršní metodou. Jedná se o metodu, kdy do vyhledávače jednoduše zadáváme různé kombinace klíčových slov za použití rešeršních strategií. Pro co nejlepší výsledek vyhledávání můžeme použít booleovské operátory (and, or, not). Výhodou této metody je jednoduché a rychlé vyhledávání. Nevýhodou pak velké množství článků, které se zabývají námi hledanou problematikou jen okrajově.

V našem případě je vhodnější použít **metodu sněhové koule**. V této metodě je důležité nalézt jeden vhodný článek s mnoha referencemi, který nejlépe vystihuje náš průzkum. Poté se přes tento článek dostáváme k dalším pomocí referencí a citací v něm (Jak udělat kvalitní rešerši)[7]. Pro nás je tato metoda ideální, protože se na důležité články můžeme dostat přes 26. Mezinárodní kartografickou konferenci. Přes tyto články se potom dostaneme k autorům, kteří se zabývají naší problematikou.

2.4 Rešerše literatury

Jak už jsem řekl, v našem případě provedeme vyhledávání článků pomocí metody sněhové koule. Hlavním zdrojem pro nás bude stránka o průběhu 26. Mezinárodní kartografické konferenci[8]. Na stránkách Mezinárodní kartografické asociace můžeme nalézt informace o průběhu 26. Mezinárodní kartografické konference. Zde máme všechny přednášky hezky pohromadě a můžeme si vybrat vhodné články pro naši práci. Na této stránce je výhodné, že články jsou seřazeny k sobě podle obsahu. Díky tomu nemusíme prohledávat všech 982 stránek, ale najdeme si články, které se týkají přímo interpretace obsahu map.

Nejprve si však musíme představit stěžejní knihu popisující používání map „Map

Use: Reading, Analysis, Interpretation“[9] z roku 1996. Autory jsou Phillip C. Muehrcke a Juliana O. Muehrcke, kteří se věnují všem třem etapám při používání mapy.

První článek, který nalezneme přes 26. mezinárodní kartografickou konferenci v Drážďanech se zabývá výzkumem interpretace obsahu map a jmenuje se „Cultural Aspects of Cartographic Creation: Use of Mental Maps in Cross-cultural Research“ [10] z roku 2013 a jeho autorem je Jan D. Bláha. Článek se věnuje interpretaci a použití mentálních map u tří různých lidských kultur.

Nyní se podíváme zpět na obsah konference. Na stránce 805 máme soubor článků seřazených pod názvem „Potřeby uživatele při čtení mapy“. Když se podíváme pod tuto hlavičku, na stránce 806 se nám nabídne článek „Influence of Non-technological Aspect on the Map Information Perception“[11] od Aleny Vondrákové z Univerzity Palackého v Olomouci. Tento článek se věnuje vlivu různých kartografických metod na pochopení a interpretaci mapy uživatelem.

Hned pod tímto článkem najdeme shrnutí studie japonských vědců Yoshikiho Wakabayashi a Yuriho Matsui „Variation of geospatial thinking in answering geography questions based on topographic maps“[12]. Autoři se zaměřili na výzkum prostorového myšlení uživatele mapy při reakcích na otázky pokládané nad topografickými mapami.

Přes reference v tomto článku se můžeme dostat ke studii publikované mimo kartografickou konferenci „Evaluating the Effectiveness and Efficiency of Visual Variables for Geographic Information Visualization“[13] od autorů Simone Garlandini, Sara Irina Fabrikant. Výzkum se zabývá použitím a následným čtením a interpretací různých vlastností symbolů.

Přes reference na konci tohoto článku se můžeme dostat dál a otevřeme si článek „Research challenges in geovisualization“[14]. Tato kniha vysvětluje změny v nové vizualizaci a tedy i interpretaci prostorových dat. Autory jsou Alan M. MacEachren a Menno-Jan Kraak.

Pomocí stránek autorů předchozího článku se můžeme dostat k publikaci „Exploring Geovisualization“[15], Alan M. MacEachren, Menno-Jan Kraak a Jason Dykes, z roku 2005. Jedná se o rozsáhlou knihu pojednávající o geovizualizaci.

Protože už jsme se dostali dost do minulosti, vrátíme se na stránky kartografické konference. Zde si najdeme články, které se zabývají 4D vizualizací dat a jejich interpretací. První se nám nabízí článek „Towards 4D Cartography – Four-dimensional Dynamic Maps for Understanding Spatio-temporal Correlations in Lightning Events“[16]. Tento článek se věnuje vizualizaci 4D map (3 prostorové dimenze plus čas).

Další článek, který blízce souvisí s vizualizací 4D se jmenuje „Visual Analysis of 4D Building Deformation Data“[17]. Tento článek pojednává o vizualizaci a prozkou-

mávání 3D modelů deformovaných v čase. Autory tohoto článku jsou Linfang Ding, Xiaoxiang Zhu, Liqiu Meng.

Následuje článek, který se zaměřuje na vizualizaci časoprostorových dat a nalezneme ho hned za články o 4D vizualizaci dat.

Článek „Guidelines for the Effective Design of Spatio-Temporal Maps“[18] se snaží řešit problém vizualizace časoprostorových map. Autorka Aileen Buckley navrhuje a popisuje prvky pro efektivní design těchto map.

Jako poslední můžeme na stránkách konference nalézt dva články, které pomocí výzkumů s uživateli vyhodnocují vliv různých faktorů na porozumění a interpretaci mapy.

První článek se jmenuje „Users Characteristic Influence on the Efficiency of Typographic Design“[19]. Jedná se o výzkum porozumění popiskům při jejich pootočení, změně velikosti a barvy. Přičemž dotazováni byli jak experti tak nováčci v oboru. Autory tohoto článku jsou Rasha Deeb a Philippe De Maeyer.

Článek „Exploring the Influence of Color Distance on the Map Legibility“[2] napsaný Alžbětou Brychtovou a Stanislavem Popelkou se zabývá rozdíly mezi jednotlivými barvami a jejich vliv na porozumění mapy.

Kapitola 3

Interpretace obsahu map

Než se začneme zabývat současným výzkumem interpretace obsahu map, musíme vysvětlit, co vůbec interpretace obsahu map je. Definice podle VÚGTK zní: „Výklad obsahu mapy prostřednictvím čtení mapy a jeho využití k danému účelu“ (Terminologický slovník zeměměřictví a katastru nemovitostí)[1]. Tato definice je poměrně výstižná a můžeme si udělat prvotní závěry o daném pojmu. Přesto zkusíme porovnat více definic, abychom dostali ucelenou představu o pojmu interpretace obsahu map. Jako další si můžeme vzít definici podle Oxfordské univerzity. Ta je mnohem jednodušší: „Vysvětlení významu obsahu mapy“ (Oxford Dictionary)[20]. V této definici se vůbec nevyskytuje zmínka o využití dané mapy. Jde jen o pochopení významu mapy. Zato definice podle univerzity v Cambridge je trochu pestřejší: „Vysvětlení nebo vlastní názor na obsah mapy“ (Cambridge Dictionary)[21]. V této definici se vyskytuje vlastní názor člověka. Je jasné, že každý jednotlivec má různé myšlení a je proto důležité zamyslet se při tvorbě mapy nad tím, jak by pochopil mapu prostý uživatel a pro jakou skupinu lidí je mapa určena.

Nyní nám stačí vzít si z každé definice to důležité, a získáme ucelený přehled o interpretaci obsahu map. Z oxfordské definice víme, že se jedná o vysvětlení významu obsahu map. Když k tomu přidáme poznatky z definice z Cambridge, zjistíme, že se jedná o subjektivní názor a vysvětlení významu obsahu mapy. Když ke všemu připojíme poznatky z první definice od VÚGTK, že se jedná také o využití získaných poznatků k danému účelu, máme širokou oblast působnosti interpretace obsahu map.

3.1 Obsah mapy

Obsah mapy tvoří polohopis a popis, na některých mapách je zobrazen i výškopis. Jsou to všechny objekty, prvky a jevy, znázorněné na mapě pomocí kartografických znaků. Kartografické znaky mohou být bodově (kašna, bod bodového pole), liniově (potok, hranice území), a plošně lokalizované (pole, zastavěné území). Čím je větší měřítko, tím je obsah mapy bohatší. Při zmenšování měřítko se obsah mapy generalizuje, a musíme dávat pozor, aby byly zachovány všechny prvky, které jsou důležité z hlediska obsahu mapy.

Do obsahu mapy se přiřazují i matematické prvky mapy: kartografické zobrazení, ge-

odetické podklady, měřítko mapy, souřadnicové sítě, rám mapy, klad listů, kompozice mapy. Dále se do obsahu mapy počítají i doplňkové a pomocné prvky: popis, legenda a vysvětlivky, tiráž, doplňující informace na mapovém listu. (v tomto odstavci bylo vycházeno z Aplikovaná kartografie I)[22]

Jevy, které vyjadřují obsah mapy, můžeme rozdělit na kvalitativní, kvantitativní a kvalitativně-kvantitativní.

„Kvalitativní znaky vyjadřují vlastnosti statistických jednotek prostorových jevů, které se popisují slovem nebo jsou častěji exaktně definovány“ (Grafické a kartografické metody)[23].

„Kvantitativní jevy charakterizují vlastnosti statistických jednotek, které se vyjadřují číselně. Extenzivní znaky charakterizují objemovou stránku statistických jednotek prostorových jevů a intenzivní znaky charakterizují úroveň určité vlastnosti, přičemž se jedná většinou o veličiny odvozené z extenzivních veličin“ (Grafické a kartografické metody)[23]. Z toho vychází rozdílná interpretace obou metod a jejich náročnost.

3.2 Interpretace obsahu různých typů map

Mapy můžeme rozdělit do skupin pomocí více způsobů. My si rozdělíme mapy podle obsahu, protože způsob interpretace mapy závisí především na zobrazovaném obsahu mapy.

Mapy se dělí podle obsahu na:

- obecně zeměpisné mapy
- topografické mapy
- přehledné (chorografické) mapy
- tematické mapy

(Topografická a tematická kartografie)[24]

Obecně zeměpisné mapy se vyskytují zejména v atlasech a jsou vyhotovovány v malých a občas i ve středních měřítkách. Tento typ map můžeme rozdělit na fyzickogeografické mapy a politickoadministrativní mapy. Existují nepsaná pravidla, jak vizualizovat obsah těchto map (např. hloubka moře: odstíny modré barvy, nížiny: zelená barva, pohoří: hnědá barva). S tímto typem map se setkáváme už na základní škole, proto většině uživatelů nečiní potíže se v mapě orientovat a správně mapu interpretovat.

Jedním z typů map jsou mapy topografické. Tyto mapy jsou obzvláště užitečné, protože poskytují základy pro prostorovou orientaci v daném regionu. Poskytují dostatek informací o rozmístění zastavěného území a přírody. Jsou základem pro práci v terénu. Protože topografické mapy vizualizují převážně stejný typ dat, interpretace

obsahu v topografických mapám není příliš složitá.

Přehledná (chorografická) mapa je „mapa malého měřítka zobrazující velké územní celky (např. kontinenty nebo jejich části)“ (Terminologický slovník zeměměřičství a katastru nemovitostí)[1]. Tento typ mapy je poměrně jednoduchý na interpretaci stejně jako obecně geografická nebo topografická mapa.

Hojně rozšířenou třídou map jsou mapy tematické. Tyto mapy pomocí různých barevných stupnic, diagramů a jiných metod, ukazují kvalitativní a kvantitativní rozdíly v prostoru. Je u nich důležité zvolit vhodnou reprezentaci obsahu map, protože data v tematických mapách se dají vyjádřit a interpretovat mnoha různými způsoby. Proto se zaměříme převážně na tento typ map.

Tematické mapy dále můžeme rozlišovat podle několika kritérií. Pro interpretaci obsahu mapy je nejdůležitější rozdělení podle koncepce mapy:

- Analytické mapy - Obvykle znázorňují pouze rozmístění objektů jednou znázorňovací metodou (např. mapa sklonu svahů georeliéfu, mapa srážek apod.).

Tyto mapy mají nejjednodušší interpretaci, ale zato se nedozvíme tolik informací.

- Komplexní mapy - Vyjadřují více jevů odlišného původu a charakteru příbuzného tématu. Používají kombinace několika znázorňovacích metod. Příkladem takovéto mapy je geologická mapa odkrytá.

Komplexní mapy přinášejí více informací než analytické mapy a v důsledku jsou i náročnější na interpretaci.

- Syntetické mapy - Znázorňují více různých prvků v souhrnu, takže ukazují jejich souvislost nebo vztah. Zobrazují syntézu více jevů jako novou kvalitu, a tak množství jevů, které by komplexní mapu jinak přeplnily, nahradí nově definovaným jevem. Příkladem takovéto mapy je mapa přírodních krajin.

Studium syntetických map vyžaduje kvalifikovaného uživatele, protože vyjadřují informace vyvozené cestou myšlenkových pochodů (abstrakce, generalizace, syntéza).

(v této části bylo vycházeno z Aplikovaná kartografie I)[22]

Kapitola 4

Výzkum interpretace obsahu map

V následující kapitole se budeme zabývat popisem jednotlivých výzkumných aktivit. Jako hlavní rešeršní metodiku jsme zvolili metodu sněhové koule. Nejdůležitějším zdrojem článků pak byla 26. Mezinárodní kartografická konference[8], z důvodu současnosti a účasti nejvýznamnějších současných kartografů.

4.1 Popis jednotlivých výzkumů

Nejprve si články nalezené při rešerši musíme smysluplně rozdělit tak, abychom dostali ucelený svazek znalostí o interpretaci obsahu map. Začneme popisem knihy Map Use[9].

Knihy „Map Use“

V této knize jsou dopodrobna popsány tři etapy při používání mapy uživatelem. Jsou to čtení mapy, analýza mapy a nakonec samotná interpretace mapy. Zaměříme se na kapitolu věnovanou interpretaci obsahu map, která samotná čítá přes 100 stran.

Ze všech aspektů používání mapy má interpretace mapy na uživatele největší požadavky. Musíte ze sebe vydat to nejlepší. Každý předmět, který jste studovali, každá získaná zkušenost během života má vliv na Vaši interpretaci mapy.

Interpretace mapy je dovednost, která přichází s tréninkem. Dovednost, která se nedá naučit z knih. Tato kniha může jen poskytnout ukázky interpretace a popsat použití některých základních postupů.

Nejprve se práce zaměřuje na **interpretaci fyzických map**. Pro interpretaci map je důležitá znalost daného tématu. Například prolákliny obvykle vznikají pěti různými způsoby (nedávné zalednění, vulkanicky aktivní oblast, působení větru, působení vody a nebo dopad meteoritu). Každý z těchto jevů vypadá v mapě jinak a záleží na znalostech uživatele zda je dokáže od sebe odlišit.

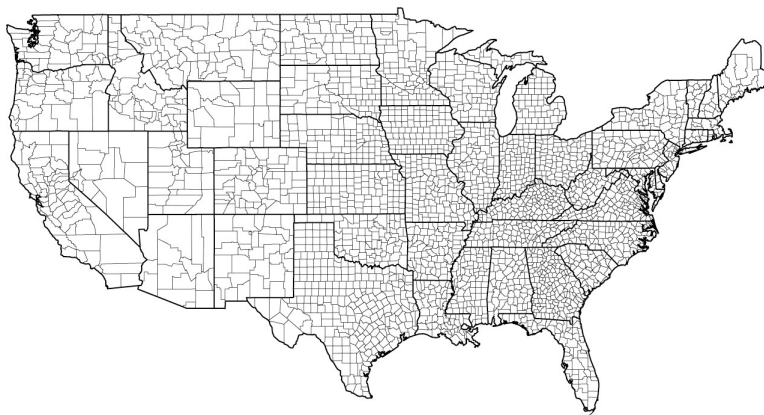
Za pomoci potřebných znalostí můžeme pomocí různých vzorců v chování vody

(mřížovité, dendritické, paralelní, meandrující odvodnění, atd.) zjistit další informace z mapy, například geologické podlaží.

Vidíme, že při efektivní interpretaci musíme velice čerpat z vlastních zkušeností a vědomostí. To kvůli komplexitě a detailnosti fyzického prostředí není vždy jednoduché. Přestože některé prostorové vztahy mohou být zřejmé, u jiných je potřeba na dešifrování, nebo jenom detekování, zkušené oko kartografa. S každými získanými znalostmi můžeme získat více informací dokonce i z naší oblíbené topografické mapy nebo leteckého snímku.

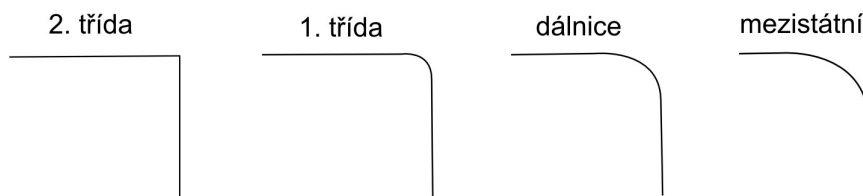
Následovala studie **interpretace socio-ekonomických map**.

Například ve Spojených státech amerických je velké množství informací reprezentováno pomocí okresů (counties). Tyto politické regiony vytváří problém při interpretaci obsahu mapy, protože rozložení jevu v prostoru je zamaskováno způsobem, jakým byla data získána.



Obrázek 4.1: Rozdělení USA podle okresů (counties)

Dále se studie zaměřila na znázornění komunikací. Například zakřivení zatáčky na mapě nám může pomoci pochopit zatíženost dopravy na komunikaci a dosažovanou rychlost na komunikaci.



Obrázek 4.2: Zakřivení zatáčky amerických komunikací

Lidská činnost má velký vliv na fyzické prostředí a naopak. Například kácení lesů pro vznik dálnice, stavba vodní přehrady na řece.

Při interpretaci musíme vždy pamatovat, že vše je v prostoru propojeno se vším ostatním. Některé vztahy mezi lidským a přírodním prostředím jsou jasně dané a hned detekovatelné. Jiné jsou nepřímé, vyvíjely se po dlouhou dobu a jsou těžko zaznamatelné.

Nakonec musíme použít vše co víme o fyzických a socio-ekonomických mapách, abychom při interpretaci plně využili potenciál mapy. I tak si mapa ponechá některá tajemství. K získání detailního obrazu reality z několika vrstev mapy potřebujeme navíc dobrou představivost.

To souvisí s **interpretací ortofotomap**, u kterých nepotřebujeme tak dobrou představivost jako u typických map. Negativum těchto map je potřeba nejprve „přečíst“ obraz, na rozdíl od typických map, kde jsou objekty symbolizované a identifikované v legendě.

Zkušení interpreti ortofotomap poznají objekty na obrázku na první pohled. Když si to vyzkoušíme na následujícím obrázku, můžeme poznat řeku, domy, silnici na první pohled. Pokud se nás někdo zeptá, nejprve řekneme „prostě to vím“. Teprve po delším přemýšlení zřejmě najdeme několik důvodů pro naše tvrzení.



Obrázek 4.3: Ukázka ortofotomapy

Existuje několik proměnných, které nám pomohou k interpretaci složitějších objektů. Jsou to tvar, odstín, jas a sytost barvy, velikost, vrhaný stín, textura, vzorové uspořádání.

Díky tvaru obvykle můžeme rozpoznat přírodní a lidské objekty. Zatímco příroda vytváří zpravidla nepravidelné objekty, lidská společnost se snaží dávat objektům základní geometrické tvary (ostré úhly, uhlazené zatáčky, pravidelné vzory).

Vedle tvaru je nejdůležitější vizuální proměnnou odstín barvy. Ten vytváří barevný kontrast, který je základem pro detekci a rozlišení objektů.

Velmi nápomocný při identifikování objektů může být vrhaný stín. Stín nám dává vertikální profil objektu a tak nám zobrazuje tvar objektu. Například věž s vodou nám může připadat jen jako okrouhlá budova a až pomocí stínu poznáme, že se jedná o věž.

Je jednodušší rozeznat známý objekt, který už jsme měli možnost vidět na jiné ortofotomapě, než objekt nový, který jsme ještě předtím neviděli. Objekty mívají zpravidla určité rozlišovací charakteristiky. Jakmile rozpoznáte jedno dětské hřiště, uloží se Vám jeho poznávací znaky v paměti a až příště uvidíte dětské hřiště, bude snadné ho rozpoznat. (v popisu této knihy bylo vycházeno z „Map Use“)[9]

Díky této knize vidíme, jak jsou důležité vědomosti a zkušenosti nejen z oblasti kartografie, ale také z ostatních vědních oborů (geografie, geologie, atd.) k tomu, abychom porozuměli prostorovým vztahům mezi jednotlivými objekty a oblastmi a mohli z mapy vytěžit co nejvíce informací. Navíc jsme získali hodnotné rady, jak rozpoznat a interpretovat objekty zobrazené v ortofotomapě.

Interpretace různých symbolů, barev a titulků v mapách

Začneme od základů, to znamená od kartografických prvků a jejich význam na interpretaci obsahu mapy. Následuje několik článků, které zkoumají porozumění a interpretovatelnost různých typů symbolů, barev a písma v mapách.

Následující studie „**Evaluating the Effectiveness and Efficiency of Visual Variables for Geographic Information Visualization**“[13] od autorů Simone Garlandini, Sara Irina Fabrikant se věnuje vizuálním proměnným a jejich porozumění uživateli map.

V poslední době se kartografové stále více zajímají nejen o to "co v mapě dobře vypadá" a "co dobře vizuálně komunikuje", ale také o to, jak a proč vybrané řešení designu funguje nebo nefunguje. Jsou zapotřebí další studie, aby kartografové pochopili, jak a proč jsou některé techniky zobrazení úspěšnější pro správné rozhodování v prostoru než ostatní.

Experiment popsáný v tomto článku využíval technologie eye-tracking při studování vlivu změny vizuálních proměnných - velikost, hodnota barvy, odstín barvy, orientace. Bylo připraveno 32 2D map s různými hodnotami proměnných, které publikovali na displeji. Samotný experiment sestával ze tří úkolů při zkoumání mapy:

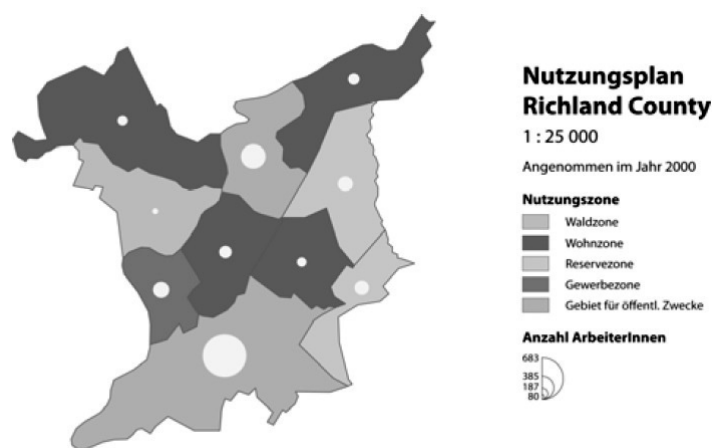
- Detekovat změnu
- Lokalizovat změnu na mapě
- Popsat změnu na mapě

Hypotéza byla, že nejefektivnější proměnné budou detekovány na blikající mapě rychleji a navíc budou přesněji lokalizovány. Pro vyšetření této hypotézy byly mě-

řeny doba odezvy a přesnost reakce uživatele. Navíc byla během řešení úkolů shromážděna data přes technologii eye-tracking. Díky tomu se autoři snaží přijít nejen na to, která vizuální proměnná funguje nejlépe, ale také proč.

Bylo vybráno 20 účastníků (11 mužů a 9 žen) v průměrném věku 29 let. Účastníci pocházeli z univerzity v Zurichu a měli malé nebo průměrné zkušenosti s geografickou informační vědou a kartografií, stejně tak s počítačem a prostorovými daty.

Aby byla zachována vizuální konzistence mapy, byla zvolena metoda zvětšování kruhů v kombinaci s kartogramem. Pro detekování změn ve velikosti bylo zvoleno zvětšování kruhů, pro hodnotu a odstín barvy změna ve znázornění kartogramu a pro změnu orientace byla zvolena rotace mapy o 45 stupňů tak, aby uživatel lokaci nepoznal a plně se soustředil na detekci změny v mapě. Design mapy byl zredukován na nezbytné minimum, aby byla minimalizována zátěž na kognitivní myšlení.

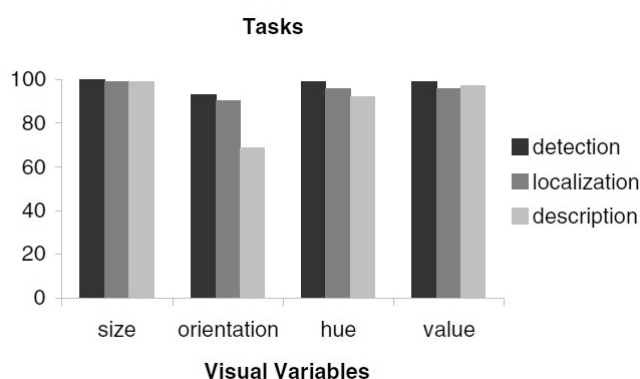


Obrázek 4.4: Ukázka mapy s vizuální proměnou v odstínu barvy

Účastníci byli nejprve seznámeni s průběhem experimentu a s technologií eye-trackingu. Na detekování změny měli vždy maximálně 60 sekund. Pokud změnu zaregistrovali dříve, zmáčkli tlačítko F10. Poté se jim ukázala černobílá mapa u které museli říct, zda detekovali změnu, jestli ano, museli říct kde a popsat konkrétní změny.

Výsledky studie viz „Evaluating the Effectiveness and Efficiency of Visual Variables for Geographic Information Visualization“ [13] ukazují, že doba odezvy na změnu orientace je v průměru dvakrát větší, než u ostatních proměnných. Proměnná velikost měla zase nejkratší dobu odezvy. Nadále se zapojily výsledky ze sledování pohybu očí. Byly stanoveny tzv. "oblasti zájmu", kde se odehrála změna, a byla měřena střední doba do první fixace oka do této oblasti. Nejdelsí střední dobu do první fixace měla opět orientace, oproti tomu změna velikosti byla okem zafixována nejdříve. Mezi odstínem a hodnotou barvy nebyly registrovány výrazné rozdíly. Dále byly zaznamenány změny, které byly detekovány aniž by fixace oka byla v "oblasti zájmu". Dokonce 68 procent změn orientace bylo detekováno tímto způsobem, druhá proměnná byla hodnota barvy s 52 procenty. Odstín barvy a velikost měly málo

procent, protože tyto změny přilákaly pohledy účastníků více než orientace nebo hodnota barvy. Po detekci byla registrována schopnost lokace a interpretace změn. Lokace změny velikosti byla téměř bezchybná, 99 procentní úspěšnost. Podobně lokace změny odstínu a hodnoty barvy. Lokace orientace byla popsána s nejmenší úspěšností 92 procent. Mnohem větší rozdíly byly zjištěny u interpretace změn. Opět měla nejlepší výsledky interpretace velikosti s 99 procenty následována popisem změny hodnoty barvy s 97 procenty. Interpretace odstínu barvy byla úspěšná jen z 92 procent a interpretace orientace dokonce jen z 69 procent.



Obrázek 4.5: Procentuální úspěšnost detekce, lokalizace a interpretace změn

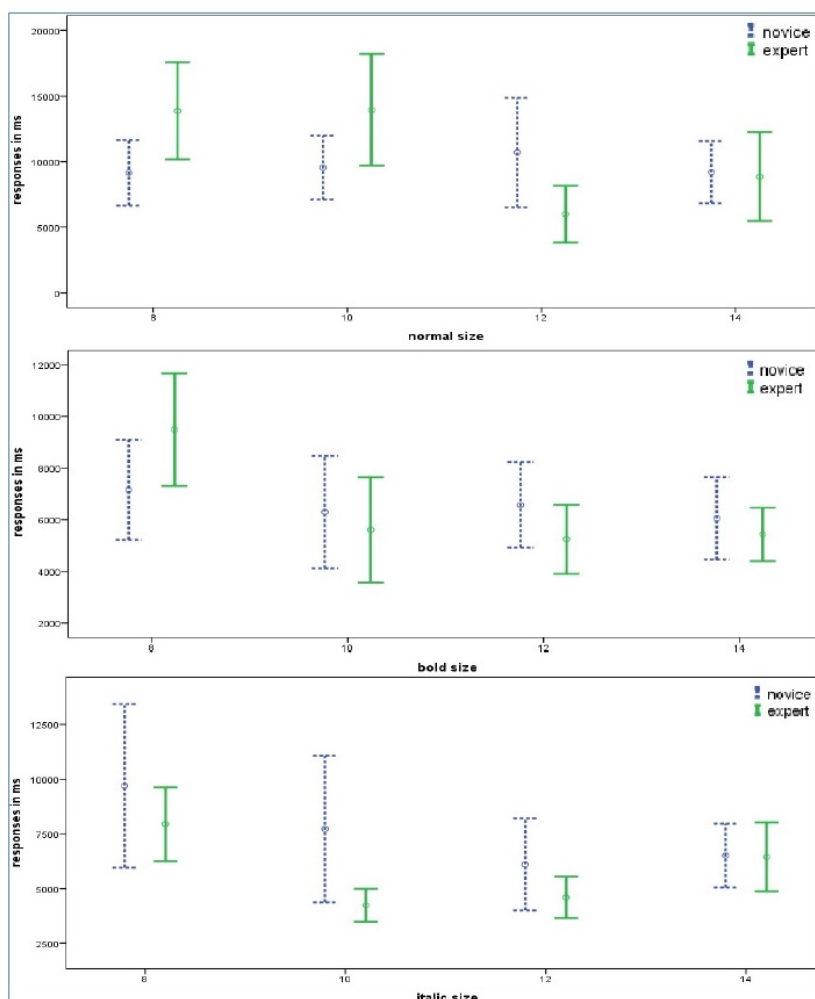
Z tohoto výzkumu vyplývá, že nejúčinnější pro přilákání pozornosti uživatele je změna velikosti, která byla nejrychleji detekována a nejlépe lokalizována. Zato změna orientace byla ze všech čtyř proměnných nejméně účinná a její interpretace byla náročná. Pro odstín a hodnotu barvy byly výsledky experimentu velmi sobě podobné. (v popisu tohoto článku bylo vycházeno z „Evaluating the Effectiveness and Efficiency of Visual Variables for Geographic Information Visualization“)[13]

Přestože se výzkumu zúčastnilo jen 20 respondentů, vidíme, že změna ve velikosti symbolu se těmto uživatelům mapy interpretovala velice snadno a téměř bezchybně, oproti tomu orientace se interpretovala velmi náročně a často ji respondenti popsali nesprávným způsobem. Hodnotu barvy uživatelé interpretovali o trochu lépe než odstín barvy, nicméně zde nejsou patrné výrazné rozdíly. Tyto znalosti je zapotřebí potvrdit výzkumem s větším počtem respondentů s různými zkušenostmi v interpretaci map.

Nyní se budeme zabývat článkem, který se zabývá používáním titulků v mapách. Článek se jmenuje „**Users Characteristic Influence on the Efficiency of Typographic Design**“[19] a je zaměřený především na pochopení mapy uživatelem.

Mezi důležité otázky, kterými se musí kartograf zabývat při tvorbě mapy, patří vybrání vhodných vizuálních vlastností textu v mapě, včetně tvaru textu, velikost, barva, hodnota a orientace. Dobré vyvážení mezi designem a funkcí vizualizovaného textu

vede k lepšímu čtení mapy a usnadňuje interpretaci mapy uživatelem. Navíc je potřeba zařídit harmonii mezi textem a zobrazovanou mapou pod ním k účinnému vnímání mapy.



Obrázek 4.6: Naměřený čas respondentů v závislosti na formě písma

Pro výzkum byly zvoleny čtyři vlastnosti písma: velikost písma, tvar písma reprezentovaný fontem, forma písma, orientace písma a volba velikosti písma (všechna písmena velká, jen první písmeno velké, všechna písmena malá). Tyto proměnné byly implementovány jednotlivě nebo v kombinaci v návrhu mapového textu. Pro uživatele map bylo zvoleno 50 lidí. 25 z nich byli lidé s velkými zkušenostmi s mapami, minimálně s magisterským titulem z kartografie. Zbýlých 25 lidí nemělo téměř žádné předchozí zkušenosti s mapami. Věkový průměr první skupiny byl 29 let a věkový průměr druhé skupiny byl 16 let. Ze všech padesáti lidí bylo 25 mužů a 25 žen rovnoměrně rozmístěno v obou skupinách.

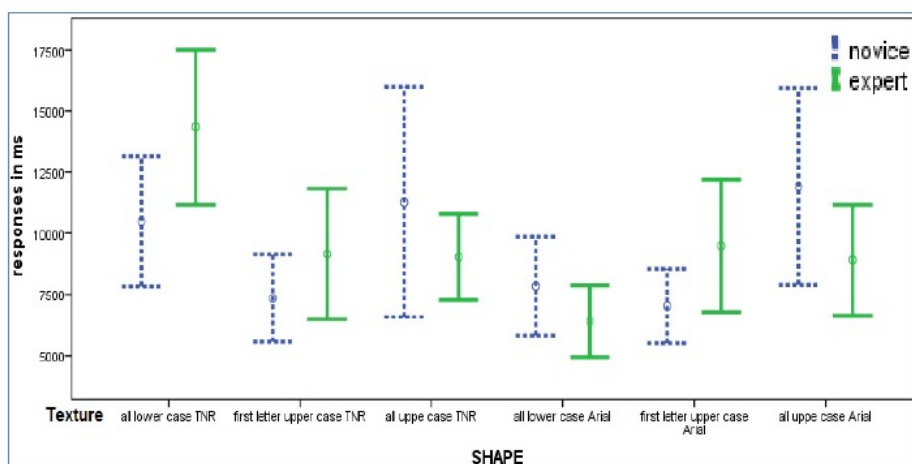
Účastníkům výzkumu bylo ukázáno 40 map. Na těchto mapách byly různým způ-

sobem umístěny popisky a účastníkům byl měřen čas, za který nacházeli jednotlivé texty.

Jako první byla testována velikost písma.

Ze studie vyplývá, že velké písmo psané tučně a kurzívou dokáže uživatel nalézt rychleji než písmo psané normálně. Navíc největší rozdíly v měřeném čase mezi zkušenými kartografy a nováčky s mapami byly při hledání titulků psaných kurzívou. To vyplývá z tréninku, který absolvovali kartografové a tedy jejich reakce byla ovlivněna formou písma.

Jako další byl testován tvar a volba velikosti písma.



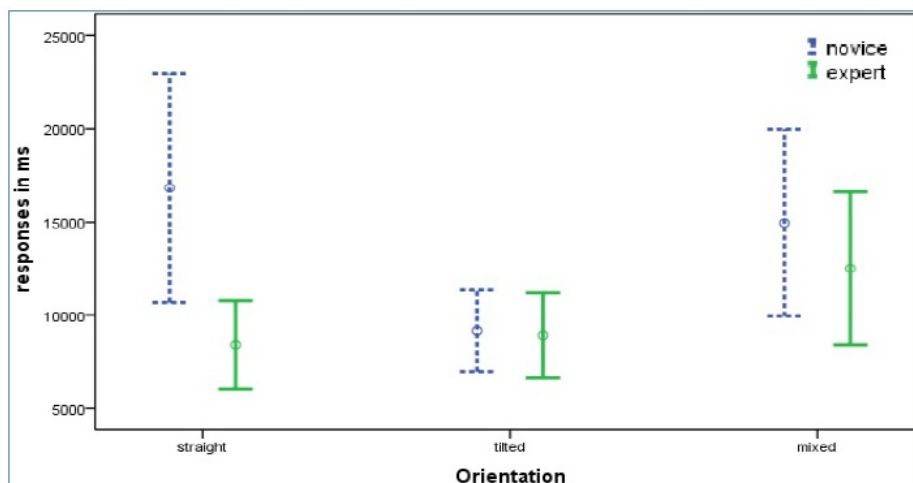
Obrázek 4.7: Naměřený čas respondentů v závislosti na tvaru a velikosti písma

Autoři vybrali Arial jako zástupce bezpatkového písma a Times New Roman jako zástupce patkového písma. Oba faktory velmi neovlivnily účinnost při hledání titulku, přesto můžeme vidět, že bezpatkové písmo je v určitých případech výhodou. Zejména pokud použijeme všechna písmena malá, může být patkové písmo matoucí. Z grafu můžeme pozorovat větší účinnost při hledání titulků s velkým prvním písmenem u začátečníků s mapami. Přesto analýza volby velikosti písmene a tvaru textu neukazuje velké rozdíly mezi skupinami zkušených kartografů a nováčků v oboru.

Jako poslední byl zkoumán vliv orientace textu na efektivitu hledání uživatele v mapě.

Zde byl pozorován velký rozdíl mezi nováčky v oboru a zkušenými kartografy při hledání titulků natočených podle tvaru areálu. Naopak při titulcích umístěných horizontálně byl pozorován malý rozptyl u obou skupin a malý rozdíl mezi oběma skupinami.

Z výzkumů vyplývá, že forma a orientace písma je odlišně vnímána lidmi bez předchozích zkušeností s mapami oproti zkušeným kartografům. Oproti tomu při použití různé volby velikosti písma a tvaru písma nemají zkušenosti s mapami velký vliv na orientaci uživatele v mapě. Výsledky ukazují potřebu upravit design textu podle



Obrázek 4.8: Naměřený čas respondentů v závislosti na orientaci písma

charakteristik uživatelů k účinnějšímu používání mapy. Dále by bylo zajímavé rozšířit tento výzkum o barvu textu a hodnotu textu, a vyšetřit situace, při kterých je pro kartografa nezbytné použít tyto charakteristiky textu. (při popisování tohoto článku bylo vycházeno z „Users Characteristic Influence on the Efficiency of Typographic Design“)[19]

Z této práce je vidět, že vždy musíme vědět pro jakou skupinu lidí je naše mapa určena a podle toho přizpůsobit výběr charakteristických vlastností textu. Například pro lidi, kteří nemají s mapami velké zkušenosti, je vhodnější pro lepší čitelnost mapy používat jen horizontálně umístěný text. To je důležité i pro interpretaci obsahu mapy, aby nedocházelo ke zbytečnému rozptylování uživatele. Kdežto u map pro kartografy a zkušené čtenáře map to není až tak důležité, protože ti si s tím poradí a nebude je to odvádět od důležitějšího obsahu mapy. Navíc ze závěru práce je patrné, kterým směrem se bude ubírat výzkum čitelnosti titulků v mapách.

Nyní si představíme články, které se zabývají vlivem barvy na čitelnost a interpretovatelnost mapy. První článek z této kategorie, který si představíme, se jmenuje „**Exploring the Influence of Color Distance on the Map Legibility**“[2] napsaný Alžbětou Brychtovou a Stanislavem Popelkou.

"V kartografickém kontextu je vnímání mapy okamžitá reakce na symboly v ní, jejich barvy, tvary, velikosti a tak dále, a jejich zpracování k vytvoření obrazu prostředí" (Evaluation of Analytical Measures of Map Legibility)[27]. Aby bylo možné význam každého symbolu interpretovat jednoznačně, musíme zajistit odlišnost jednotlivých symbolů v mapovém klíči.

Cílem této práce bylo zjistit vliv barevné vzdálenosti dvou prvků zobrazených v mapě na celkové čitelnosti mapy. Pro účely studie byla použita technologie sledování pohybu očí. Experimentální podněty byly uspořádány tak, aby pokryly různé hodnoty

barevné vzdálenosti mezi prvky na mapě s cílem zjistit rozdíly v jejich vnímání. K tomu se navíc přidala změna velikosti písma.



Obrázek 4.9: Ukázka barevné vzdálenosti prvků mapy

Podněty byly promítány 50 účastníkům experimentu, 30 z nich byli studenti Geoinformatiky na Univerzitě Palackého v Olomouci a zbylých 20 byli studenti jiných oborů Přírodovědecké fakulty. Účastníci měli určit a označit pomocí myši konkrétní správné území pomocí jeho názvu.

Aby byl odhalen význam barevné vzdálenosti na čitelnost mapy, byly analyzovány některé údaje z dat o sledování pohybu očí (celkový počet fixací oka, průměrná doba fixace oka, pohyb oka a čas, který potřebuje uživatel mapy k nalezení správné odpovědi na otázku.

Výsledky výzkumu ukazují, že v mapách s minimální barevnou vzdáleností jsou všechny měřené údaje nejvyšší. Z toho vyplývá, že účastníci experimentu měli největší potíže se získáváním informací právě z těchto map. Zvyšující barevná vzdálenost vedla ke snížené době fixací oka, to může znamenat úspěšnější čtení informací z map s větší barevnou vzdáleností. Vliv velikosti písma na čitelnost mapy se nepotvrdil, přestože v předchozích studiích jsme mohli pozorovat opak (Users Characteristic Influence on the Efficiency of Typographic Design).[19] (při popisování tohoto článku bylo vycházeno z „Exploring the Influence of Color Distance on the Map Legibility“)[2]

Z tohoto výzkumu můžeme potvrdit vliv barevné vzdálenosti na čitelnost a získávání informací z mapy. Vidíme důležitost vlivu správně zvolené barevné škály na interpretovatelnost mapy. Dále můžeme pozorovat využitelnost metody sledování pohybu očí při analýze čitelnosti a vyhledávání v mapě. Tato metoda by mohla být vhodná i v budoucnosti při výzkumu interpretace obsahu map.

Interpretace obsahu map v geovizualizaci

Následující knihy se zabývají geovizualizací. „Geovizualizace využívá mnohé vědní disciplíny, jako jsou kartografie, průzkumná analýza dat, vizualizace informací, analýza obrazu a geografické informační systémy, aby získala teorii, metody a nástroje pro vizuální analýzu a prezentaci dat, která obsahují geografické informace“ (Exploring Geovisualization)[15]. Společně s GIS umožňuje v interaktivních mapách přiblížení a oddálení, prozkoumávání různých vrstev mapy a měnit vzhled interaktivní mapy, většinou zobrazené na displayi monitoru.

Následující článek autorů Alan M. MacEachren a Menno-Jan Kraak „**Research challenges in geovisualization**“[14] se zabývá změnami v geovizualizaci dat a jejich interpretaci.

Hlavními tématy v tomto článku jsou reprezentace prostorových informací, návrh rozhraní pro prostředí geovizualizace, použitelnost geovizualizace. My se zaměříme na poslední téma, protože se nejvíce týká interpretaci obsahu map. Nicméně interpretace má velmi široký záběr působnosti, a proto se dotýká i předchozích témat.

Například reprezentace se zaměřuje na několik hlavních směrů výzkumu: sémiotika a význam, data, použití mapy (zde je nutné zkoumat i schopnost interpretace mapy), uživatelé mapy (jak různí uživatelé čtou a jsou schopni interpretovat mapu), technologie. Odtud vidíme, že i pro studium reprezentace prostorových dat je výzkum interpretace obsahu map důležitý.

Interpretace se týká i dalšího tématu uvedeného v tomto článku. Navrhnout rozhraní pro zobrazení prostorových dat se neobejde bez výzkumu interakce uživatele s prostředím rozhraní, které, jak jsme si vysvětlili v kapitole 3.1, je také obsahem mapy. Zejména se testují schopnosti navigace, přístupu a manipulace.

Nyní se můžeme konečně zaměřit na kapitolu článku, která nás zajímá nejvíce: použitelnost geovizualizace. V této kapitole je problém rozdělen do několika kategorií:

1. Pochopení možnosti reprezentace a interakce s daty ve virtuálním prostředí.
2. Zjištění, zda dynamické (měnící se) zobrazení v geovizualizaci opravdu pomáhá vyjádřit a pochopit proměnlivé jevy v mapě
3. Pochopení individuálních a skupinových rozdílů ve vztahu k používání a interpretování geovizualizace - zde bude potřeba na základě studií vyvinout přizpůsobivé nástroje geovizualizace, které budou moci být nakonfigurovány podle potřeb konkrétní skupiny uživatelů.
4. Vyvinout metody a nástroje, které by mohly využít studie použitelnosti a kognitivního vnímání geovizualizace.

Vědecký pokrok vyžaduje zásadní průlom ve studiu geovizualizace a její integrace do ostatních metod pro konstrukci prostorových znalostí. Identifikace problémů je snadná. Pro jejich řešení bude zapotřebí koordinovaná spolupráce jednotlivců i organizací ve více zemích. (v popisu tohoto článku bylo vycházeno z „Research challen-

ges in geovisualization“)[14]

Z tohoto článku vidíme interdisciplinaritu interpretace obsahu map, která se prolíná s dalšími procesy při tvorbě a používání mapy. Důležitý je výzkum interpretace obsahu map v interaktivním prostředí, kde může na uživatele působit více vjemů, například dynamické zobrazení. Dále je důležité zjistit, jak jsou schopny různé skupiny uživatelů interpretovat tyto složitější digitální mapy a přizpůsobit tomu tvorbu obsahu a interaktivní prostředí map.

Stejní autoři Alan M. MacEachren, Menno-Jan Kraak za přispění Jasona Dykese sepsali v roce 2005 publikaci „**Exploring Geovisualization**“[15], která sestává z více než 600 stránek a obsahuje průzkum současného a náhled budoucího stavu geovizualizace.

Samozřejmě se zaměříme na kapitoly knihy, které se zabývají používáním a interpretací digitálních map.

Ve třetí kapitole se autoři zaměřují na univerzální použitelnost digitálních map. Vizualizace nejen prostorových informací se stává stále více přístupnou obecné veřejnosti a měla by být věnována pozornost tomu, jak zajistit univerzální použitelnost těchto informací, aby mohly být informace interpretovány co nejširším spektrem uživatelů. Je zapotřebí vypořádat se jak s diverzitou uživatelů (věk, jazyk, kartografické zkušenosti, atd.), tak i s různými možnostmi techniky (velikost obrazovky, rychlost internetu). Univerzální použitelnost geovizualizace bude běh na dlouhou trať a bude zapotřebí vyřešit spoustu problémů (jednodušší rozhraní, rychlejší stahování, atd.)

Pátá a zároveň poslední sekce knihy se jmenuje „Tvorba užitečné a použitelné geovizualizace“ a obsahuje několik kapitol na toto téma.

První kapitola nese stejný název jako sekce a představuje uživatelsky zaměřený výzkum, který se pomocí různých metod a výzkumů snaží smazat mezeru mezi tvůrci mapy a uživateli. V současné době jsou nástroje geovizualizace rozvíjeny a uplatňovány v širším trhu GIS s cílem poskytovat užitečné a použitelné informace.

Druhá kapitola popisuje použití 3D modelu v geovizualizaci. Nastíňuje přispění navigace v 3D modelu k celkovému pochopení digitální mapy a ke zlepšení interpretace obsahu mapy. Navigační mechanismy by měly umožňovat vidět najednou dobře lokální předmět zájmu stejně jako celkový kontext mapy. Navíc by měly být navigační mechanismy natolik jednoduché a instinktivní, aby byla většina kognitivního vnímání použita pro obsah mapy.

Třetí kapitola se zabývá aplikací výzkumu kognitivního vnímání uživatele při tvorbě designu prvků pro geovizualizaci. Protože nástroje geovizualizace jsou používány propojeně, je nejlepší studovat jejich použitelnost a pomoc při interpretování map najednou. Toho lze dosáhnout jedině výzkumy používání uživateli nových nástrojů pro geovizualizaci.

Čtvrtá kapitola představuje uživatelsky zaměřený výzkum designu geovizualizačních nástrojů. Současné uživatelsky zaměřené výzkumy zkoumaly vždy jen jednu skupinu

uživatelů a nebraly v potaz rozložení uživatelů v prostoru. Společný návrh geovizualizačních nástrojů je ale online a zabírá velké spektrum uživatelů. Tento výzkum je teprve na začátku a je potřeba vyřešit ještě mnoho otázek. (v popisu tohoto článku bylo vycházeno z „Exploring Geovisualization“)[15]

Díky této knize vidíme složitost geovizualizace, její velké možnosti reprezentace a interpretace a nutnost dalších výzkumů na toto téma. Geovizualizace je široce propojená s dalšími obory a je nutná spolupráce odborníků všech oborů (kartografie, věda o kognitivním myšlení jedince, GIS, atd.) pro tvorbu snadno interpretovatelné mapy vytvořené pomocí metod geovizualizace.

Interpretace obsahu 4D a časoprostorových map

4D a časoprostorové mapy jsou složitější než obyčejné 2D mapy. Z toho důvodu je velmi důležitá co nejlepší a nejjednodušší reprezentace dat těchto map. Aby byla data těchto map správně reprezentována a posléze uživatelem co nejlépe interpretována, vzniká množství výzkumů o porozumění a interpretování těchto složitějších map.

Jako první si představíme článek „**Towards 4D Cartography – Four-dimensional Dynamic Maps for Understanding Spatio-temporal Correlations in Lightning Events**“[16]

Tento článek se zabývá užitečností vizualizace 4D map (tři prostorové dimenze plus čas). Výzkumy ukázaly, že 4D vizualizace zatím není velmi prozkoumána a mnoho zkušených uživatelů se snaží převést znalosti z 2D map a použít je ve 4D dynamické vizualizaci.

Autoři se zaměřili na znázornění blesků z několika důvodů. Článek se zaměřuje na využití 4D v tematických mapách a ne v topografických mapách. Blesky by byly ve 2D reprezentovány jen jako tečky. A nakonec blesky jsou zajímavé pro dynamickou analýzu, která je ve 2D nemožná.

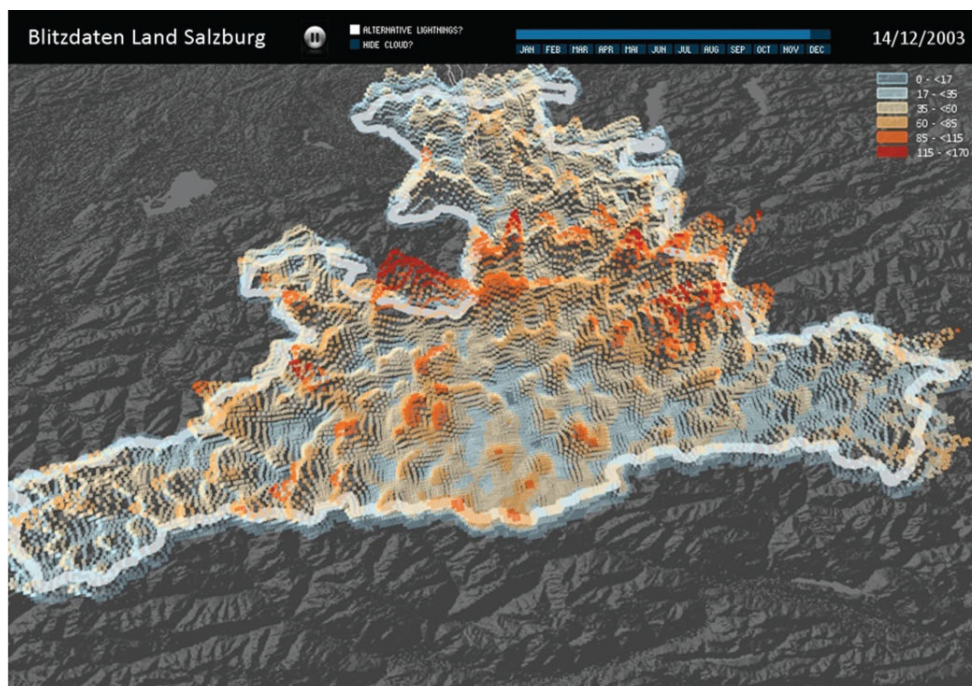
Článek se dále zabývá základními metodami znázornění 4D map. Důležité je porozumění mapy, které se dá zlepšit příhodným použitím barvy, tvaru nebo intenzity symbolu. "Nicméně, účinnost bude výrazně snížena pokud je příliš mnoho informací prezentováno najednou a je k dispozici příliš mnoho vjemů, protože to brání v uchování nových informací z důvodu přetečení, ve kterém nelze zpracovat vstup dříve než přijde další podnět" (Gestaltungsgrundsätze für komplexe Informationdarstellung)[26]. To je důležité si pamatovat převážně u 3D a 4D map, které jsou složitější na pochopení informace.

Rozhraní pro prezentaci 4D vizualizace je rozděleno do dvou částí. Samotnou mapu, která zabírá většinu obrazovky a panel v horní části obrazovky, kde si může uživatel přepínat časovou osu. V horní části obrazovky je navíc umístěna legenda. V mapě nejsou zobrazovány žádné popisky. Aplikace umožňuje se po mapě posouvat, zoom a rotovat kolem všech tří polohových os.

Po vyřešení základní otázky metody a realizace 4D mapy se musely řešit další pro-

blémy. Expresivně graficky znázornit blesk, stanovit optimální grafickou hustotu blesků a vyvinout inovativní a intuitivní způsob jak kartograficky znázornit časoprostorový jev jako dynamický proces.

Data byla použita z rakouské spolkové země Salzburg z roku 2003. Bylo zde naměřeno celkem 20 260 blesků. Rozhodlo se, že blesky budou reprezentovány dvěma způsoby. Jako foto-realistický model, který bude atraktivní pro uživatele a zjednodušeně jako bílá čára, u které bude dobře poznat původ a dopad blesku.



Obrázek 4.10: Znázornění hustoty blesků

Byly vizualizovány dva základní typy procesů. Prostorový pohyb bouřky je reprezentován ve třech prostorových dimenzích pro lepší pochopení přírodního jevu. Navíc se zobrazuje časově-závislý proces zvětšování hustoty blesků za celý rok. Je třeba uvést, že byla použita různá časová rozhraní pro zobrazení dvou procesů. Hodinové pro znázornění prostorového rozmístění blesků a denní pro zobrazení kumulování hustoty blesků v průběhu roku.

Dále následuje studie, jak pochopí mapu uživatelé. Nejprve se vybralo 20 lidí, většinou tak, aby měli nějaké zkušenosti s používáním digitálních map. Zaprvé proto, aby neměli větší problém s orientací a pochopením kombinace 3D prostorové tematické mapy a časové osy. Zadruhé, aby se dostala lepší zpětná vazba z hlediska uživatelské interakce.

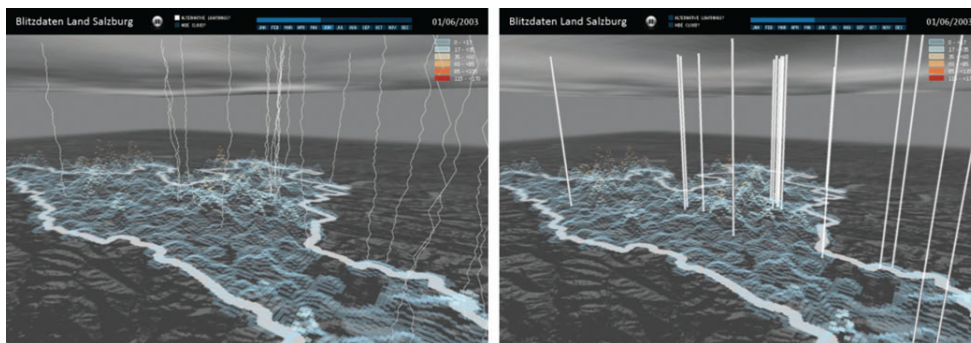
První tematická otázka na uživatele byla, ve kterém měsíci bylo nejvíce blesků. Deset z dvaceti tázaných respondentů odpovědělo správně červenec. Jen dva nevěděli odpovědět. Zbytek se trefil do dvou měsíců s druhým (srpen) a třetím (červen) největším

počtem blesků. Hlavním aspektem v interpretaci otázky je, jak uživatel vnímá hustotu a akumulaci blesků. Hlavním důvodem proč jen polovina uživatelů odpověděla správně může být to, že několika velmi intenzivním dnům s velkým počtem blesků, které byly v červnu je připisován větší význam v měsíčním součtu než více dnům s průměrným počtem blesků, které byly v červenci.

Další otázka se zaměřila na 3D reprezentaci povrchu a jestli uživatel dokáže vidět spojení mezi topografií povrchu a údery blesků. Až 85 procent odpovědělo na tuto otázku kladně, že větší hustota blesků je nad pohořím. Tudíž se došlo k závěru, že 3D reprezentace uživatelům pomohla k porozumění topografických souvislostí. I když k odpovědi mohli respondentům pomoci rozšířené všeobecné znalosti.

Následující otázka se týkala 3D reprezentace blesků. Pro většinu respondentů byla 3D reprezentace objasňující a nebo vyvolávala zvědavost. Pro zbytek byla zajímavá nebo hezky vypadající, ale také mírně přetížená a náročná na vnímání.

Čtvrtá otázka se zabývala 3D vytlačováním a barevným odlišením podle legendy hustoty blesků a zda to pomohlo respondentům k identifikování dynamických změn v hustotě. 65 procentům respondentů to pomohlo hodně, 30 procentům trochu a jen 5 procentům to nepomohlo vůbec.



Obrázek 4.11: Vizualizace blesků

Pátou otázkou byli účastníci výzkumu dotazováni, které znázornění blesků jim pomohlo k lepšímu pochopení dynamického obsahu mapy. Pro 60 procent respondentů bylo foto-realistické znázornění blesku lepší, z důvodu zprostředkování realističtějšího obrazu blesku. Jen pro 10 procent bylo užitečnější znázornění blesku přímými liniemi. A 30 procent respondentů odpovědělo, že oba dva způsoby jsou stejně užitečné.

Na další otázku, týkající se porozumění dynamického přírodního jevu, respondenti odpověděli, že 4D vizualizace byla velmi užitečná k porozumění dynamického přírodního jevu, k poznání topografických souvislostí a zejména prostorových souvislostí v předložené aplikaci.

Z výsledků předchozí studie můžeme vidět, že kartografická 4D reprezentace dynamických přírodních jevů je považována uživateli za užitečnou při pochopení časoprostorových procesů. Přesto některé testovací subjekty se zdráhaly přijmout novou

techniku vizualizace dat. Byly to především osoby, které byly velmi ovlivněny 2D kartografií.

Účastníci studie podali návrhy na vylepšení prostředí aplikace (tlačítko pro zapnutí/vypnutí překrytí, tlačítko pro přizpůsobení rychlosti animace, atd.) nebo vizualizace (možnost přepínání v různém měřítku, výběr z různých barevných spekter). Nicméně nebyly téměř žádné připomínky na vylepšení kartografické vizualizace časoprostorových procesů. To nejspíše vyplývá ze snahy tázaných respondentů použít znalosti ze statických 2D map na kartografickou reprezentaci jevů ve 4D.

Tento výzkum prokázal, že 4D kartografická reprezentace dat může pomoci pochopit dynamické časoprostorové jevy. Studie s uživateli prokázala, že oblast 4D kartografie není velmi prozkoumána a mnozí zkušení uživatelé map se snaží použít své znalosti z 2D map na 4D vizualizaci dat. Proto byly zformulovány některé základní otázky, které se týkají 4D kartografie.

Jako hlavní vyvstává otázka reprezentace času ve 4D vizualizaci. Současné přístupy se většinou zaměřují na vizualizaci časovou osou nebo časovou posloupností statických map. Další možnost je zakreslení pohybu v jednotlivých statických mapách pomocí šipek nebo linií. V této oblasti bude důležité dozvědět se, jak lidé vnímají čas ve 4D procesech a podle toho navrhnout nějaký inovativní způsob znázornění časové dimenze.

Další otázkou, která je pevně svázána s předchozím problémem je co nejvíce podpořit divákově vnímání časoprostorového vývoje map. V tomto konkrétním případě znázornění blesků je například možné připojit na obrazovku malé 2D mapy za každý měsíc. Další možná metoda by byla přidání diagramů (histogramy, statistiky). Nicméně to nejsou inovativní metody ani nové reprezentace časové dimenze.

Dále je třeba optimalizovat strategie dynamických barev, vypracovat příručku pro design 3D/4D kartografických aplikací, atd. (při popisování tohoto článku bylo vycházeno z „Towards 4D Cartography – Four-dimensional Dynamic Maps for Understanding Spatio-temporal Correlations in Lightning Events“)[16]

Z odpovědí respondentů je vidět náročnost interpretovatelnosti 4D map. Tyto mapy jsou složité na pochopení a tedy ještě víc na interpretování. Navíc je mnoho možností jak reprezentovat data ve 4D mapách. Proto je zapotřebí provést další výzkumy, které pomohou kartografům ve vytváření složitých 4D map pro snadnější interpretaci uživatelem.

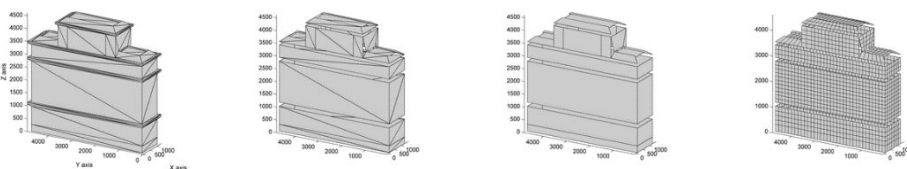
Druhý článek, který se zabývá studiem 4D reprezentace dat, se jmenuje „**Visual Analysis of 4D Building Deformation Data**“[17].

Článek studuje možnosti vizualizace časoprostorových dat, vzhledem k pozorování chování budov a detekování potenciálních rizik. Již existující techniky vizualizace jsou zakotveny v mračnecích bodů, které jsou složité na pochopení pro veřejnost. Proto byla navržena vizuální analytická metoda pro zpracování dat o deformacích budovy v čase, která umožňuje okamžité vnímání celkové deformace struktury a zkoumání

zajímavých oblastí na základě 3D modelu budovy. Práce spočívá v registraci dat o deformaci 3D budovy, agregace a klasifikace dat a návrh designu uživatelského rozhraní.

Velké množství časoprostorových dat o deformaci budov může být získáno ze SAR (se syntetickou aperturou - zpracování radarových dat k vytvoření velmi úzkého efektivního paprsku) satelitů. Tato data se zobrazují jako mračna bodů (od několika milionů po stovky milionů). Největší výhodou dat získaných dálkovým průzkumem Země oproti datům získaných měřeními GPS (globální polohovací systém) je velké pokrytí a detailní monitorování, které se odráží v počtu bodů získaných pro jednotlivé budovy. Bohužel tyto data mohou mít rozsah několika kilometrů, kdežto deformace budov se měří v mm za rok. To představuje velkou výzvu pro vizualizaci a analýzu dat. Pro pochopení mračen bodů veřejností je zapotřebí vytvořit model budovy. Originální mračno bodů je propojeno s modelem budovy. Tyto údaje jsou pak přiřazeny k pravidelně rozmístěnému rastru na povrchu budovy. Detailní informace uvnitř každého dílu rastru budovy mohou být postupně načítány a vizualizovány pomocí různých technik (2D obrys deformace, diagram atd.). Dále také mohou být zkoumány časové změny deformace.

Jako první je nutné převést nezpracované deformační body na agregovaná data v rastru. Jsou vybrány body okolo zkoumaného objektu. Vybrané body, které jsou původně zaznamenané v UTM (Univerzální transversální Mercatorovo) geografickém souřadnicovém systému jsou převedeny do lokálního souřadnicového systému a přiřazeny k povrchu 3D modelu budovy. Nakonec jsou přiřazeny hodnoty o deformaci jednotlivých bodů k rastru na povrchu budovy.



Obrázek 4.12: Převod modelu budovy na povrchový rastr

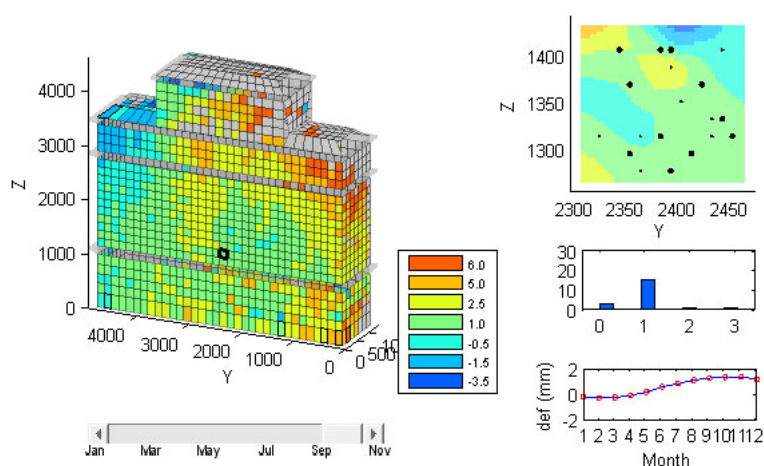
Dále je nutné zjednodušit 3D model budovy, který je založen na velmi malých trojúhelnících. Sousedící trojúhelníky jsou sloučeny do větších obdélníků, které jsou následně převedeny na povrchový rastr.

Základním principem uživatelského rozhraní je, že uživatel si může vybrat jakoukoliv oblast na povrchu budovy a různým způsobem jsou mu zobrazeny data o deformaci budovy v tom daném místě. Kromě toho byla vzata do úvahy také časová osa, kde můžeme vidět, jak se deformace budovy vyvíjí v průběhu roku.

Data, která byla použita pro tento výzkum, byla pořízena D-TomoSAR satelitem. Každý bod má 3 souřadnice (x, y, z) a s nimi související parametr deformace. Body mají UTM geografický souřadnicový systém. Časové změny v deformaci jsou zaznamenány v rozmezí 12 měsíců. Rozsah hodnot deformace se pohybuje v rozmezí -14 až 16 mm s ohledem na předem vybrané referenční body.

Pro budovu byl použit model skladiště v Las Vegas. Tento model se musel převést z trojúhelníkové reprezentace na povrchový rastr. Toho se docílilo spojením vybraných trojúhelníků a následným spojením ve větší obdélníky. Z těchto obdélníků byl následně vytvořen povrchový rastr.

Vybrané body v okolí budovy byly převedeny do místního souřadnicového systému a poté promítnuty na povrch budovy. Pro lepší porozumění byly body převedeny na rastr. Aby byly hodnoty deformace věrohodnější, jako váha deformace byla použita inverzní vzdálenost bodu od povrchu budovy. Aby byly výsledky vizualizace rychle přístupné uživateli, byla deformační data rozdělena do stupnice se sedmi třídami se stejnými barvami v jednotlivých třídách.

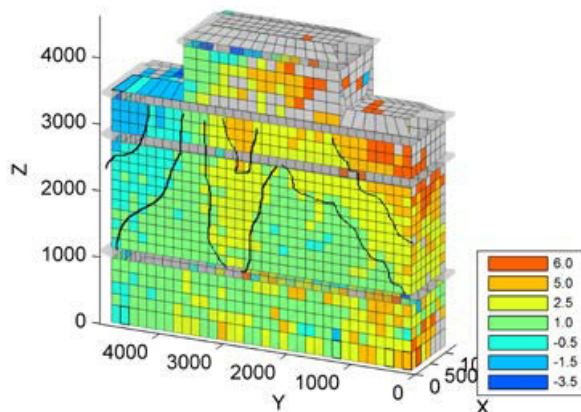


Obrázek 4.13: Uživatelské rozhraní

Uživatelské rozhraní je rozloženo následujícím způsobem. V levé části můžeme vidět celou budovu a rozložení deformace. Předpokládá se, že deformace výšky budovy bude probíhat buď nahoru (indikováno červenou barvou) nebo dolů (indikováno modrou barvou). Bylo použito barevné rozhraní od červené po modrou, které ukazuje legenda o sedmi třídách hodnot deformace. V levé dolní části obrazovky je časová osa, kde si můžeme přepínat jednotlivé měsíce. V pravé horní části obrazovky je vidět detail označené části rastru. Černé tečky reprezentují původní body které spadají do dané části rastru. Přičemž větší tečky jsou blíže k povrchu rastru a jsou spolehlivější. Pozadí je vyplněno interpolací deformačních hodnot uvnitř rastru. Vpravo uprostřed můžeme vidět histogram deformačních změn, vidíme že v tomto případě se pohne většina bodů jen o jeden milimetr. Vpravo dole můžeme vidět velmi důležitý graf sledování deformačních změn rastru v průběhu 12 měsíců.

Z pohledu na celou budovu v levé části obrazovky můžeme vidět, že levá část budovy se deformuje směrem dolů a pravá část budovy se deformuje směrem vzhůru. Pro tento jev může být více různých důvodů. Důležitým faktorem může být například orientace budovy. Protože hlavní osa budovy jde Severo-jihním směrem, pravá a jižní část budovy čelí přímému slunečnímu svitu po většinu roku, kdežto levá a severní

část nemá po většinu roku tolik slunečního svitu.



Obrázek 4.14: Strukturální linie deformace

Dále je vidět větší deformace rohů a okrajů budovy než deformace na vnitřních plochách budovy a jsou dobře rozeznatelné strukturální čáry deformace budovy. Hypotézou bylo, že deformace budovy se dá rozdělit podle těchto strukturálních linií. Nicméně tyto strukturální linie jsou silně závislé na výběru klasifikační metody deformačních dat. Proto by metody klasifikace měly být pečlivě vybírány podle požadavků jednotlivých aplikací.

Celkově se podařilo vytvořit interaktivní rozhraní, kde si uživatel může výběrem jednotlivé části rastru povrchu budovy zobrazit podrobná data. Tato metodika vizualizace by měla do značné míry snížit kognitivní nároky na uživatele generalizací velkého množství dat. Uživatel si může podrobnější data postupně nechat načíst na vyžádání.

Když budou k dispozici podrobnější modely budov s atributy o složení budovy (okna, dveře, atd.), jako je BIM (informační modelování budov), nebo CityGML (běžný informační model pro reprezentaci 3D budov), autoři jsou připraveni rozšířit vizualizační rozhraní. To by umožnilo analyzovat fyzikální mechanismy na základě měřených dat o deformaci budovy. Autoři navíc chystají uživatelské testy, aby ověřili použitelnost jejich uživatelského rozhraní. (při popisování tohoto článku bylo vycházeno z „Visual Analysis of 4D Building Deformation Data“)[17]

Předchozí článek nám ukázal, jak je důležité zjednodušit tvorbu 4D map. Model deformace budovy v čase je celkem složitý na interpretaci i bez zbytečných nadstavbových prvků. K pochopení a následné interpretaci obsahu napomáhá také jednodušší model a následné načítání podrobnějších dat. Po podrobnějším výzkumu by se tato technika dala využít i při tvorbě 4D map a pomohla by k lepší interpretaci obsahu těchto map.

Následující článek je návodem pro vytvoření efektivního designu u časoprostorových map. Článek se jmenuje „**Guidelines for the Effective Design of Spatio-Temporal Maps**“ [18]

Časoprostorové mapy jsou náročnější na pochopení pro čtenáře než klasické statické 2D mapy. Článek se snaží kartografovi poradit, jak udělat mapu zobrazující časoprostorové procesy pochopitelnou běžnému uživateli. Například je vhodnější použít data s velmi malým časovým krokem, než data s časovými mezerami. Dále můžeme zlepšit srozumitelnost mapy použitím interaktivního rozhraní (například schopnost ovládat přehrání záznamu). Zlepšit srozumitelnost mapy se dá také použitím známých prvků ze statických 2D map (např. popisky, legenda, grafy), nebo použitím klasické časové osy. Tento článek se snaží poradit kartografovi, jaké prvky a design prvků jsou vhodné pro zobrazení dynamických procesů. Následují ukázky, které demonstrují, že použití zavedených postupů při zobrazení dynamických procesů může poskytnout jasnější porozumění mapě. Tyto pokyny poskytují kartografovi řadu osvědčených postupů pro lepší navrhování a sestavování dynamických map pro vizualizaci časoprostorových dat.

Mapy, které zobrazují časoprostorová data mohou být buď statické (zobrazení se nemění), nebo dynamické (zobrazení se mění se snímky v animaci). Často je lepší použít dynamické zobrazení mapy, které v uživateli indikuje změnu údajů v mapě. Bohužel dynamické změny v mapě mapu graficky zatěžují a to může vést k nedostatečné srozumitelnosti mapy a ke špatné interpretaci dat.

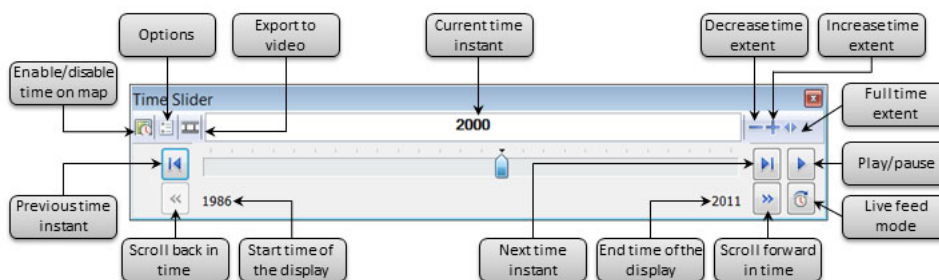
Následují definice pojmů, které úzce souvisí se znázorněním dynamických jevů. Tyto pojmy souvisí s předpokladem autora, že data jsou uložena v GIS formátu, např. geodatabáze v programu ArcGis, a jsou zobrazována tímtož programem.

Dynamické zobrazení je vizualizace, ve které se mění poloha mapovaných prvků nebo jejich atributů. Animace jsou vizualizace, ve kterých dochází ke změně na zobrazení, ale nemusí nutně vést ke změně pozice v attributech prvků. Animované zobrazení obsahuje jak dynamické zobrazení, tak vizualizace, při kterých nedochází ke změně polohy v attributech prvků, ale prvky se mění jen z pohledu uživatele.

Časový okamžik je jeden bod v čase, nebo jedna událost v posloupnosti. Časový krok je rozsah mezi dvěma po sobě jdoucími časovými okamžiky, tento krok se používá k ovládní dynamického zobrazení. Může to být hodina, den, týden, měsíc, rok, nebo hodnota v posloupnosti. Časová řada je chronologický nebo sekvenční soubor časových kroků. Časová řada, která je charakterizována určitými shodnými podmínkami nebo událostmi se označuje jako časová perioda. Časová perioda může být například charakterizována absencí změn oproti zbytku časové řady. Plný časový rozsah je rozsah mezi prvním a posledním časovým okamžikem. Atribut času je pole v GIS databázi, které obsahuje časovou nebo sekvenční informaci. Hodnota času je hodnota v atributu času.

Termín playback odkazuje na opakované přehrávání dynamického zobrazení. Ovládací prvky playbacku, které se používají k řízení přehrávání, běžně zahrnují možnosti zastavení a spuštění zobrazení, přechod na další nebo předchozí časový okamžik, přechod na první nebo poslední bod plného časového rozsahu, přeskokování nebo

přetáčení v plném časovém rozsahu. Někdy se tomuto termínu říká také časová osa.



Obrázek 4.15: Playback

Chronologický playback je vedený v časových krocích, které představují srozumitelně měřitelný čas (např. hodiny, dny, roky). Oproti tomu sekvenční playback je založen na časových krocích, které mají atribut vztahený k číslu v pořadí sekvence. Tento přístup je vhodné použít při datech s většími časovými mezerami. Je-li přehrávání sekvenční, ovládací prvky playbacku jsou vedeny v sekvenčních číslech spíše než v měřitelných časových krocích.

Při chronologickém playbacku nelze měnit časový krok mezi dvěma časovými okamžiky a zobrazení mapy postupuje stejným tempem (hodiny, dny, roky, atd.). Při časových periodách s žádnými změnami se zobrazení měnit nebude. Naopak, když bude mnoho změn mezi sousedními časovými okamžiky, bude zobrazení velmi dynamické. Při sekvenčním playbacku se bude zobrazení měnit při každém časovém kroku, pokud je tedy sekvence založena na atributu změny.

Dále se článek zabývá znázorněním **ukazatele času**. Obecně jsou ukazatele času srozumitelnější v grafické formě spíše než textové formě. Grafický ukazatel času může uživatel takzvaně sledovat "koutkem oka" zatímco hlavní pozornost věnuje obsahu mapy. Díky tomu neztratí pojem o časovém období zobrazované události.

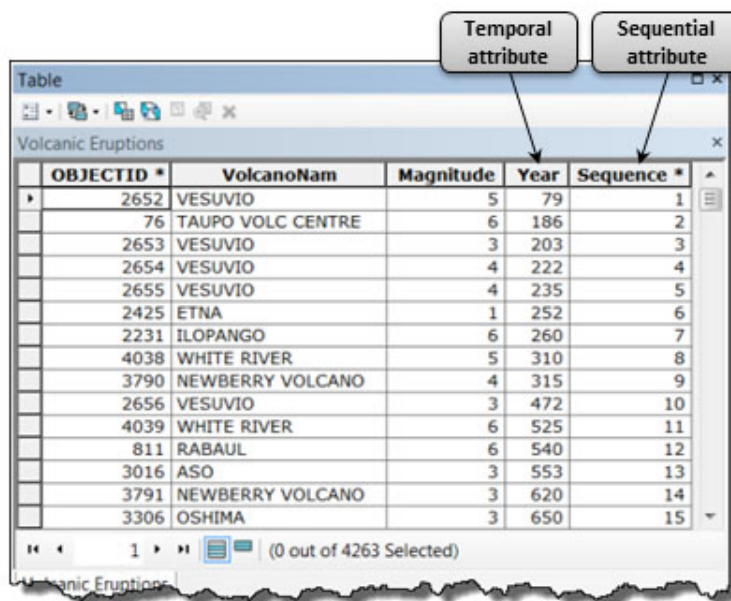
Grafické ukazatele času mohou mít různou formu podle rozmezí zobrazovaného času. Například, pokud je zobrazení cyklické a ukazuje změny v průběhu jednotlivých dnů (např. dopravní nehody), je vhodné použít hodiny s dynamickým pohybem ručiček. Pokud je zobrazení zacykleno v průběhu měsíce (např. lunární cyklus, příliv a odliv), vhodná forma pro grafický ukazatel času může být kalendář, v němž jsou průběžně vyškrtávány dny. Pro zobrazení lineárního času se obvykle používá časová osa.

Časová osa je lineární reprezentace plného časového rozsahu zobrazení, která také poskytuje údaj o aktuálně zobrazeném časovém okamžiku. Časová osa může být vytvořena jak pomocí linie času, tak pomocí textu (číslíce let, měsíců atd.) a symbolů pro zvýraznění aktuálně zobrazeného časového okamžiku.

Je užitečnější použít konstantní měřítko v časové ose než proměnlivé měřítko, které má různě dlouhé intervaly a je pro uživatele náročnější na pochopení. To je zvláště důležité při použití variabilní rychlosti playbacku. Například je užitečné přehrávání zpomalit, pokud se zobrazuje velké množství změn a zrychlit časové periody, kde nejsou žádné nebo případně velmi malé změny ve vizualizaci. Konstantní časová osa

pomůže uživateli pochopit rychlost přehrávání a mezery v čase mezi dynamickými změnami, zejména pokud je použité sekvenční zobrazení.

Ať už je zobrazení sekvenční nebo chronologické, uživatel mapy by měl být schopen určit, jaký okamžik na časové ose je aktuálně vizualizován a kam zapadá v celkovém časovém kontextu. K tomu uživateli pomůže konstantní časová osa, díky které si uživatel lépe přizpůsobí rychlost přehrávání.



OBJECTID *	VolcanoNam	Magnitude	Year	Sequence *
2652	VESUVIO	5	79	1
76	TAUPO VOLC CENTRE	6	186	2
2653	VESUVIO	3	203	3
2654	VESUVIO	4	222	4
2655	VESUVIO	4	235	5
2425	ETNA	1	252	6
2231	ILOPANGO	6	260	7
4038	WHITE RIVER	5	310	8
3790	NEWBERRY VOLCANO	4	315	9
2656	VESUVIO	3	472	10
4039	WHITE RIVER	6	525	11
811	RABAUL	6	540	12
3016	ASO	3	553	13
3791	NEWBERRY VOLCANO	3	620	14
3306	OSHIMA	3	650	15

Obrázek 4.16: Příklad sekvenčního atributu

Časová osa může být umístěna a orientována tak, aby odrážela rozmístění dat na mapě. Například, v případě, že mapovaný jev je disperzní, můžeme umístit časovou osu poblíž začátku jevu a zarovnat ji podle průběhu rozvoje dat v čase. Pro vertikálně orientované osy může být začátek časové osy nahoře a postupovat sešhora dolů nebo naopak. Pro horizontálně orientované osy bývá začátek časové osy vlevo, zejména pokud je mapa určená pro uživatele, kteří čtou zleva doprava.

Následují užitečné rady pro tvorbu **legendy** u časoprostorových map. Legenda vysvětluje symboliku v mapě. Vzhledem k tomu, že dynamické zobrazení už má vyšší úroveň složitosti kvůli změnám na displeji, legenda a všechny ostatní prvky v mapě by měly být ponechány tak jednoduché a nekomplikované, jak jen to bude možné.

Legenda může být interaktivní v tom smyslu, že bude zobrazovat jen symboliku prvků v právě zobrazeném časovém okamžiku. Legendy mohou být také animované, tak aby vyhovovaly animacím v mapě. Pokud je symbol v mapě animovaný (např. bliká nebo proudí), pak by symbol v legendě měl být animovaný stejným způsobem tak, aby zachoval stejnou vizualizaci symbolu v mapě a v legendě. Pokud je dynamické zobrazení legendy příliš komplikované (například má legenda mnoho symbolů a nebo je v legendě mnoho změn během časového kroku), složitost legendy může být

komplikovaná na pochopení a má tak negativní účinek na chápání celé mapy. Navíc, pokud se zdá, že v legendě jsou větší změny než v hlavní mapě, může být pozornost uživatele odkloněna od mapy k legendě (Trends in Internet Map Use: A Second Look)[27].

Příklad dynamické legendy: `<http://hint.fm/wind/>`

Dále se autor zabývá radami ohledně **popisků a textu** v dynamicky zobrazené mapě. V takové mapě by měl být text používán s rozvahou. Normálně se text používá v mapách k popisu legendy, pro název mapy, tiráž mapy, dále pro vysvětlení obsahu mapy, nebo pro pokyny pro používání mapy. V dynamicky zobrazovaných mapách může být text použitý také v ukazateli času nebo v ovládacích prvcích přehrávání.

Název a tiráž mapy se pravděpodobně nebudou měnit, takže by měly zůstat stejné v každém časovém kroku, aby nepřidávaly na složitosti mapy. Popisky legendy a popisky v mapě by měly být jednoznačné a co nejméně komplikované. Dynamicky by měly být zobrazeny jen, pokud je to nezbytně nutné. Je vhodnější používat krátké řetězce textu.

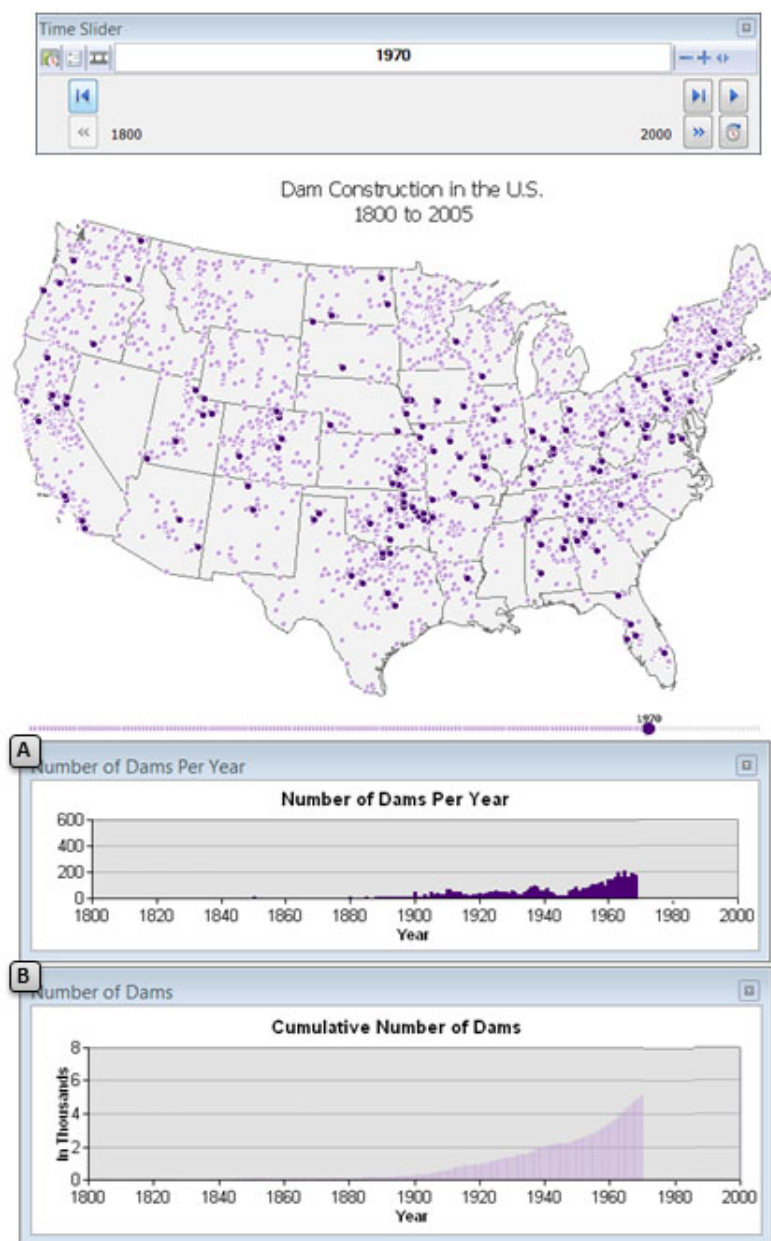
Větší bloky textu mohou být použity k poskytnutí vysvětlení nebo k navádění čtenáře mapy k významným oblastem v mapě nebo obdobím v časové ose. Detaily ve větším bloku textu nemusí být čtenářem zapamatovány tak dobře, jako kratší řetězce textu. Pokud se čtenář zaměří na bloky textu, může přijít o důležité obrázky dynamického zobrazení v mapě, a pokud se zaměří na změny v mapě, pravděpodobně přijde o něco z obsahu textu (Engaging students in active learning: The case for personalized multimedia messages)[28]. Proto by bylo dobré nahradit vizuální text zvukovým doprovodem k mapě pro poskytnutí vysvětlení nebo navádění při dynamickém znázorňování mapy.

Grafy, které ukazují změny v kvantitativních hodnotách atributů v průběhu času, mohou pomoci uživateli v komplexním pochopení mapy, která zobrazuje umístění časoprostorových dat. Například, mapa zobrazující umístění přehrad postavených v časovém rozsahu může být spojena s grafem, který ukazuje počet přehrad nebo kumulativní počty přehrad během daných časových period. Grafy mohou uživatele informovat o tom, co se děje na mapě v průběhu času.

Grafy mají obecně složitější vyjádření než časové osy nebo legenda. Proto musí být používány s rozumem a měly by být co nejjednodušší a nekomplikované. Vizuální propojení mapy s grafem není vždy nutností a další složitost může vést ke zmatení čtenáře mapy, obzvláště pro komplexnější grafy, nebo když je použito více než jeden graf. Vztah mezi mapou a grafem by měl být jasný ze synchronního zobrazení grafu a přidání barvy jako nadbytečného prvku přidává zbytečnou složitost.

V každém případě složitost zobrazení musí být v rovnováze s lehkostí a rychlostí porozumění.

Pokyny v tomto článku poskytují prvotní základy pro vhodný výběr, design a rozvržení mapových prvků pro časoprostorové mapy. Cílem je zlepšit schopnosti čtenáře mapy pochopit složitější dynamické zobrazení časoprostorových map prostřednictvím větší přehlednosti mapovaných prvků a prostřednictvím příjemnější vizualizace.



Obrázek 4.17: Ukázka grafu pro časoprostorovou mapu

(při popisování tohoto článku bylo vycházeno z „Guidelines for the Effective Design of Spatio-Temporal Maps“)[18]

Článek se snaží pomoci kartografům při tvorbě co nejlepší časoprostorové mapy. Autorka se sice nezabývá přímo interpretací obsahu těchto map, ale snaží se vysvětlit pochopení uživatele jednotlivých typů kompozičních prvků časoprostorové mapy. Tyto kompoziční prvky jsou zde popsány a bylo by určitě zajímavé pozorovat, jak

jednotliví uživatelé pomocí konkrétních prvků interpretují obsah časoprostorových map. Díky tomu by se daly vyvodit závěry pro co nejlepší interpretaci časoprostorových map uživatelem.

Myšlenkové pochody uživatele během interpretace obsahu map

Nakonec si představíme články, které se zabývají myšlenkovými procesy, které pomáhají uživatelům při čtení, analýze a interpretaci obsahu map. Taková studie je důležitá, abychom si zkompletovali poznatky o interpretaci obsahu map a uvědomili důležitost individuálního myšlení uživatele.

Nejprve článek, který se zabývá interpretací obsahu map pomocí mentálních map.

Tento článek je z roku 2013 a jmenuje se „**Cultural Aspects of Cartographic Creation: Use of Mental Maps in Cross-cultural Research**“[10]. Autorem je Jan D. Bláha z Univerzity J. E. Purkyně z Ústí nad Labem.

Článek kombinuje mentální mapy, jejich interpretaci a mezi-kulturní výzkum. Cílem práce je umožnit kartografům pochopit, co uživatel od mapy očekává, v jaké podobě je pro něj mapa nejužitečnější, apod.

Praktická část práce prezentuje výsledky studií mentálních map dětí ve školním věku ze tří různých prostředí: Čechy, Západní Evropa (Francie, Švýcarsko), vesnice Yawan ve státě Papua-Nová Guinea. Díky tomu můžeme vidět odlišnosti v interpretaci map u lidí z celého světa.

V důsledku rozdílů mezi dvěma odlišnými kulturami, které mají jedinečné kognitivní vnímání reality, bude tato realita zobrazena na mapě dvěma různými způsoby. Mapy se budou lišit také ve vyobrazených objektech a jevech, protože každá kultura může mít odlišné priority a účastníci výzkumu nemusí považovat některé objekty za důležité. Výsledkem bude mapa zobrazující pouze ty objekty, které jsou pro účastníka důležité.

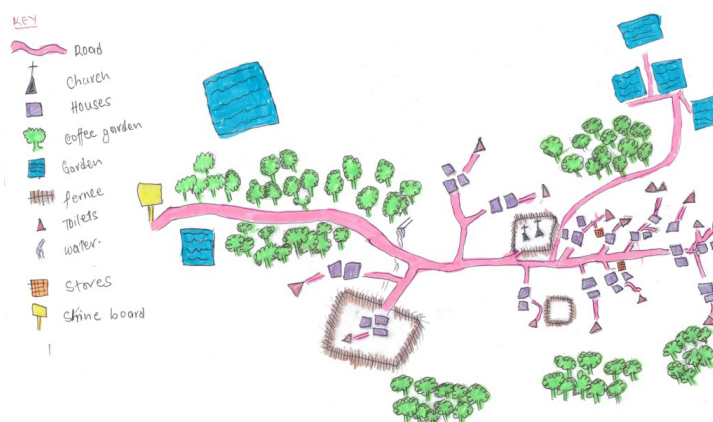
„Mentální mapy vznikají pomocí psychologických procesů, při kterých je umožněno uživateli získat, ukládat a nakonec použít informace, týkající se místa a jeho charakteristiky“(Image and Environment: Cognitive Mapping and Spatial Behavior)[29]. Tvorba mentální mapy je ovlivněna jak kulturou, tak jako znalostmi o běžných mapách.

Dle studií viz. „Image and Environment: Cognitive Mapping and Spatial Behavior“[29] se pro každou kulturní skupinu vybralo asi 30 až 40 účastníků obou pohlaví ve věku 10 až 15 let. Děti tohoto věku jsou vhodné vzhledem k jejich zanedbatelnému ovlivnění běžnými mapami.

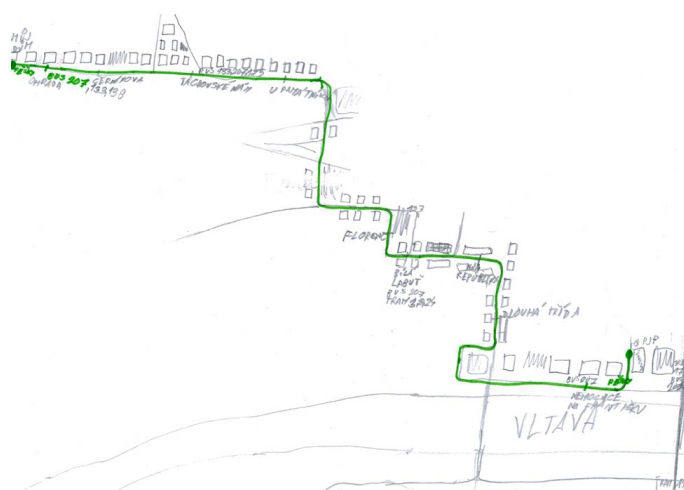
Účastníkům byly zadány tři úkoly:

- nakreslit cestu z domova na oblíbené místo, po cestě vyznačit důležité prvky
- pomocí mapy popsat domov a jeho okolí

- pomocí mapy vyznačit území (hranice) svého domova



Obrázek 4.18: Ukázka mapy typické pro děti z Papui-Nové Guiney



Obrázek 4.19: Ukázka mapy typické pro české děti

Celkově bylo vybráno 194 mentálních map, z toho 25 map vyhotovily děti z Papui-Nové Guiney. Jako první byla zaregistrována individuální volba jazyka, kdy francouzsky mluvící děti popsaly prvky mapy francouzsky, české děti česky, a děti z Papui-Nové Guiney jazykem, kterým mluví ve škole, anglicky.

Výzkumy ukazují, že díky vlivu evropské kultury se mapy dětí z Papui-Nové Guiney neliší nijak výrazně od dětí z Evropy. Přesto můžeme z ukázek typických map pro obě kultury rozpoznat určité rozdíly. Například v mapách evropských dětí se mnohem častěji vyskytuje „můj domov“ nebo škola, oproti tomu v mapách, které nakreslily děti z Guiney je zobrazen častěji kostel a můžeme zde vidět mnohem více zeleně (stromy, zahrady, atd.). To může být důsledkem více faktorů. Jak prostředí, ve kterém tvůrce mapy žije, tak současné psychické rozpoložení, v němž se nalézá.

Mapy, vytvořené papuánskými dětmi měly mnohem více barev, přičemž nejprve byly vyhotoveny jednou barvou a potom vymalovány. Oproti tomu mapy z české produkce byly mnohem lépe prostorově schematizovány. České děti měly tendenci uzavírat objekty, ohraničovat bloky budov a rozdělovat prostor do segmentů.

Z výsledků výzkumu je patrné, že kartograf se nemůže spokojit při tvorbě mapy jen s nejmodernějšími trendy v kartografii, ale musí se také zaměřit na specifické potřeby uživatelů, pro které je mapa vytvářena. Jen tehdy může být zaručeno, že informace předané uživateli budou správně interpretovány a úspěšně využity. (v popisu tohoto článku bylo vycházeno z „Cultural Aspects of Cartographic Creation: Use of Mental Maps in Cross-cultural Research“)[10]

Díky této studii vidíme některé rozdíly v interpretaci obsahu map různými kulturami. Zaprvé, mapy jednotlivých kultur používají svůj vlastní jazyk v mapě. A za druhé je patrná odlišnost ve vizualizaci kartografických prvků. Protože studie přinesla zajímavé poznatky do problému interpretace obsahu map, mohou být mentální mapy využity i při dalších bádáních. Zásadním problémem při tomto typu výzkumu je zajistit dostatečně velký počet testovacích subjektů.

Následují články, které se zabývají myšlenkovými pochody uživatele během čtení, analýzy a interpretaci obsahu map.

Jedním takovým článkem, který jsme našli při rešerši je „**Influence of Non-technological Aspect on the Map Information Perception**“ [11]. Autorem tohoto článku je Alena Vondráková z Univerzity Palackého v Olomouci a zabývá se vlivem netechnologických aspektů na vnímání mapy uživatelem.

Mezi netechnologické aspekty tvorby mapy můžeme zařadit ekonomii, estetiku, etiku, vizualizaci, ale například i politiku, historii nebo psychologii. Některé mohou být označeny také jako uživatelské aspekty. Tyto aspekty výrazně ovlivňují vnímání mapy uživatelem. Zůstává otázkou nakolik ovlivní výběr různých kartografických metod vnímání informací mapy různými skupinami uživatelů.

Byla provedena studie, kdy byla stejná data vizualizována pomocí různých kartografických metod a byly měřeny přesnost a čas odpovědi kartografů a lidí bez kartografických zkušeností. Výsledky výzkumu viz. „Influence of Non-technological Aspect on the Map Information Perception“ [11] ukázaly značné rozdíly při pochopení kartografických metod různými skupinami uživatelů. Použití správné kartografické metody pro konkrétní skupinu uživatelů zmenší čas, potřebný pro nalezení prvku v mapě a usnadní její správnou interpretaci.

Dále se autorka zabývá otázkou vhodnosti a přístupnosti map pro uživatele. S rozvojem technologií a dostupností ke GIS jsou mapy často vytvářeny laiky a lidmi bez kartografických zkušeností. Tyto mapy jsou často nekvalitní a nevhodné pro uživatele. Proto je potřeba těmto lidem poradit při tvorbě kartograficky korektních map. (v popisu tohoto článku bylo vycházeno z „Influence of Non-technological Aspect on the Map Information Perception“)[11]

Z této studie si můžeme pro interpretaci obsahu map odnést několik poznatků. Hlavní je důležitost zvolené kartografické metody podle potřeb uživatele pro lepší a rychlejší interpretaci obsahu map. Při nesprávně zvolené kartografické metodě bylo vnímání mapy uživatelem značně zhoršeno a respondentovi trvalo delší dobu získat z mapy požadované informace. Další poznatek je, že vnímání a následnou interpretaci map ovlivňuje mnoho aspektů, mezi které patří například etika, estetika a vizualizace.

Následuje článek z japonské produkce autorů Yoshiho Wakabayashi a Yuriho Matsui „**Variation of geospatial thinking in answering geography questions based on topographic maps**“ [12] z roku 2013. Výzkum se zaměřuje na různé topografické mapy a jejich analýzu a interpretaci japonskými vysokoškoláky.

Tato studie zkoumá změny a procesy v prostorovém myšlení během odpovídání na celou řadu otázek položených nad topografickými mapami.

Otázky byly pokládány na základě Národního centra pro přijímací zkoušky na univerzity v Japonsku. Z výzkumu plyne, že během posledních dvacet let se otázky zaměřené na prostorové orientování v mapě výrazně měnily. Zvýšil se počet otázek zaměřených na změny ve využití území nebo reliéfu za pomoci srovnání starých a nových map. Naopak se snížil počet otázek, které se týkají zobrazení krajiny a identifikaci typického reliéfu v topografické mapě. Tato změna pravděpodobně odráží posun v japonských školních osnovách od prostého zapamatování k samostatné úvaze a nezávislému myšlení.

Pro experiment byly vybrány 4 otázky:

- Identifikujte bod na mapě, z kterého je pořízen obrázek
- Naleznete oblast odvodněné vodní přehradu
- Identifikujte typ reliéfu uvedený v topografické mapě
- Rozhodněte, zda tvrzení o porovnání staré a nové mapy je pravdivé nebo ne

Výzkumu se zúčastnilo 118 vysokoškolských studentů, z toho 49 studentů se specializací na geografii. Získaná data byla kvantitativně zpracována na základě vztahů mezi výsledky testu, zkušenostmi v geografickém vzdělání a schopnostmi prostorového myšlení. Navíc, aby bylo možné analyzovat i kvalitativní data bylo 10 studentů dotazováno přímo osobně.

Studie odhalila tři faktory, které ovlivnily odpovědi respondentů. První faktor se vztahoval ke čtvrté otázce a vnímání povrchových změn na zemském povrchu prostřednictvím čtení topografických map. Druhý faktor byl ovlivněn spojením prvních třech otázek a jeho obsahem bylo pochopení terénu z vrstevnic. Třetí, poslední faktor byl pravděpodobně spojen s relativně jednoduchým úkolem rozpoznání mapových symbolů.

Výsledky studie ukazují, že vliv předchozích zkušeností s mapami se liší podle typu otázek. První dva faktory byly výrazně ovlivněny schopností dobré orientace v mapě.

Třetí faktor ovlivněn nebyl, ale to může být způsobeno jednoduchostí otázek.

Na závěr článku shrnuje výsledky výzkumu. Například na pochopení významu mapových symbolů je zapotřebí jen relativně jednoduché myšlení. Ke čtení vrstevnic je zapotřebí základního prostorového myšlení (vizualizace, orientace). Při nejsložitějším procesu, kterým je odvození neviditelných skutečností z viditelných informací na mapě, uživatel mapy musí zapojit uvažování které provází nejen základní prostorová orientace, ale také schematické znalosti geografických pojmů. K tomu uživateli mapy pomůže předchozí geografická zkušenost. Proto by měly být využívány vhodné otázky a mapy na úrovni studentů ke zlepšení a tréninku prostorového myšlení. (v popisu tohoto článku bylo vycházeno z „Variation of geospatial thinking in answering geography questions based on topographic maps“)[12]

Díky tomuto článku jsme zjistili některé důležité faktory, které vstupují do myšlenkového procesu během čtení, analýzy a interpretaci map. Zjistili jsme, že při náročnější interpretaci map, kdy například chceme vydedukovat z obsahu mapy nějaké neviditelné skutečnosti, je velmi užitečná předchozí kartografická a geografická zkušenost. Navíc vidíme důležitost nezávislého myšlení osobnosti, které vede k originální interpretaci obsahu mapy.

Kapitola 5

Diskuze

V této kapitole nejprve shrneme poznatky získané při rešerši. Poté se pokusíme za pomoci dosavadních znalostí nalézt další možné směry výzkumu interpretace obsahu map.

5.1 Shrnutí poznatků

Jako první jsme si prošli knihu „Map Use“[9] autorů Phillip C. Muehrcke a Juliana O. Muehrcke. Díky této knize vidíme, jak složitá může být interpretace a zjistili jsme komplexitu informací, které za použití širokých znalostí můžeme získat z mapy. Přitom je důležitá určitá úroveň kartografických znalostí. Tento poznatek byl pozorován i v dalších námi zkoumaných pracích („Users Characteristic Influence on the Efficiency of Typographic Design“[19], „Variation of geospatial thinking in answering geography questions based on topographic maps“)[12]. V další studii bychom mohli zkoumat rozdíly v množství znalostí obdržných ze složitějších map (např. syntetické mapy) zkušenými kartografy a nováčky v používání map.

Navíc nám kniha dala cenné rady, jak rozpoznat a interpretovat objekty zobrazené v ortofotomapě. Výzkumy na tento typ map chybí a proto jsou získané informace a rady pro interpretování velice cenné a mohou být podpořeny dalším výzkumem.

Poté jsme zkoumali články týkající se používání různých symbolů na mapách. Z článku „Evaluating the Effectiveness and Efficiency of Visual Variables for Geographic Information Visualization“[13] jsme zjistili, že uživatelé nejvíce fixují svůj pohled na oblasti „zajímavé a poučné“. To nám potvrzuje i kniha „The Interface of Language, Vision and Action“[30] autorů Fernanda Ferreira, John M. Henderson z roku 2004. Nejlépe se interpretuje změna velikosti symbolu. Podle Jacquese Bertina je „velikost jediná vizuální proměnná, která má kvantitativní, asociativní, selektivní i řadové vlastnosti“.

Oproti tomu by se měl kartograf vyvarovat změny orientace, protože ta je na interpretaci vůbec nejsložitější. To je potvrzeno i v publikaci „Sémiologie Graphique. Les diagrammes, les réseaux, les cartes“[30] Jacquese Bertina z roku 1967, která

říká, že „změna orientace je nejjednodušší na konstrukci, ale je zároveň nejméně selektivní“. Tato práce může pomoci kartografům při tvorbě mapy a výběru vhodných proměnných pro symboly obsahu mapy. Kartograf by měl nejvíce jako vizuální proměnnou používat velikost symbolu a naopak se vyvarovat orientace, obzvláště u map určených pro začátečníky.

Ke stejnému závěru jsme došli i při pročitání druhého článku „Users Characteristic Influence on the Efficiency of Typographic Design“ [19], z kterého vidíme, že horizontálně orientované popisky v mapách jsou mnohem jednodušší na pochopení pro nováčky v oboru při interpretaci mapy než různě orientované popisky. Zkušeným kartografům toto nedělalo větší problémy, zřejmě z důvodu tréninku při denním používání map. Zajímavý výsledek byl také zaznamenán u typu písma (normální, tučné, kurzíva). Zde u nováčků nebyl vidět žádný výrazný rozdíl, kdežto u expertů byla pozorována větší účinnost tučného písma a kurzívy. To by mohlo být výsledkem vzdělání odborníků, a proto jejich odpovědi byly ovlivněny různými typy písma (tučné, kurzíva). Přestože u patkového (Times New Roman) a bezpatkového písma (Arial) nedošlo k ovlivnění uživatelů, autoři článku chystají další analýzu pro nalezení typografických tvarů, které mohou ovlivnit účinnost používání mapy. Kartograf by měl tvorbu mapy přizpůsobit podle skupiny uživatelů pro kterou je mapa určena. Pro nezkušené uživatele map by neměl používat jiné než horizontálně orientované popisky. Naopak pro zkušené kartografy by měl vhodně využívat kurzívu a tučné písmo, které uživateli mapy pomůže s interpretací obsahu mapy.

Poslední článek z této kategorie „Exploring the Influence of Color Distance on the Map Legibility“ [2] potvrdil vliv velikosti barevného kontrastu na porozumění a interpretovatelnost mapy. Pro kartografa je při tvorbě mapy důležitá co nejlepší volba barevné škály pro co nejlepší a nejrychlejší interpretaci obsahu mapy uživatelem. Je vhodnější používat barvy s větší barevnou vzdáleností. Také je dobrý výběr barvy podpořit výzkumem z oblasti barev, jako je například „Vnímání barevných stupnic v tematické kartografii“ [32] od Barbory Musilové. Nebo si pomoci nástroji pro používání barevných stupnic v mapách „ColorBrewer“ [33] od Cynthia Brewer.

Další výzkum se vztahoval k interpretaci obsahu map v geovizualizaci. Díky studii „Research challenges in geovisualization“ [14] jsme zjistili, že je zapotřebí provést průzkum interpretování map v geovizualizaci mezi různými skupinami uživatelů, abychom podle toho mohli přizpůsobit tvorbu obsahu mapy. Popřípadě vyvinout nástroje pro rychlou konfiguraci podle potřeb uživatelů na základě předchozího průzkumu. O něco podobného se snaží autoři Helen Jenny a Bernhard Jenny z univerzity v Oregonu ve spolupráci s Andreasem Neumannem a Lorenzem Hurnim ze Spolkové vysoké technické školy v Curychu, kteří vyvinuli nové uživatelské rozhraní WY-SIWYG (způsob editace dokumentů v počítači, při kterém je verze zobrazená na obrazovce vzhledově totožná s výslednou verzí dokumentu), které popsali v článku „A WYSIWYG Interface for User-Friendly Access to Geospatial Data Collections“ [34]. Toto rozhraní umožňuje uživateli nastavení úrovně dovedností a podle toho zvolí příkazy nebo nástroje pro rozhraní. O důležitosti úrovně uživatele při interpretaci jsme se už přesvědčili v článcích „Users Characteristic Influence on the Efficiency of Ty-

pographic Design“[19], „Variation of geospatial thinking in answering geography questions based on topographic maps“[12], které potvrdili lepší interpretování map uživateli, kteří se mapami zabývají denně, i v knize „Map Use“[9], která zase zdůraznila využitelnost znalostí o mapách při interpretování komplexnějšího obsahu map. Podle mého názoru jsou předchozí zkušenosti s mapami určitě důležité a uživatelsky zaměřené výzkumy by vždy měli počítat s rozdělením uživatelů podle této charakteristiky, protože výrazně ovlivní výsledky studií.

Díky článku „Guidelines for the Effective Design of Spatio-Temporal Maps“[18] vidíme všechny prvky kompozice mapy, které mají velmi výrazný vliv na interpretaci obsahu map obzvláště u časoprostorových map, kde je mapa i prvky kompozice mapy složitější. Studium vlivu těchto prvků na interpretaci map je důležité u všech typů map, protože hlavně díky nim můžeme pochopit, co mapa znázorňuje. Stejně jako u 4D map i zde je důležité tyto prvky co nejvíce zjednodušit. Zbytečně nepoužívat dynamičnost v legendě, vytvářet co nejjednodušší grafy atd. Je dobré si tento článek přečíst před studiem a tvorbou 4D a časoprostorových map, protože popisuje kompoziční prvky popisované v těchto mapách a ve spojení s dalšími dvěma články dává dobrou představu o interpretování těchto druhů map.

Dále jsme měli možnost prozkoumat interpretaci obsahu 4D map pomocí článku „Towards 4D Cartography – Four-dimensional Dynamic Maps for Understanding Spatio-temporal Correlations in Lightning Events“[16]. Hned na první pohled je patrná větší náročnost interpretace obsahu těchto druhů map kvůli přidání dalších rozměrů. Navíc kartograf má při tvorbě mapy více možností jak reprezentovat data a může si vybírat z mnohých variant, které se ve výsledku interpretují s jinou náročností. U tohoto článku to byla pseudorealistická reprezentace blesků, která byla sice trochu hůře interpretována, ale zato atraktivnější než lineární zobrazení blesku. Článek ukázal důležitost dalších výzkumů v tomto odvětví, jako například jestli je časová osa správná pro reprezentaci časových jevů, nebo jestli jsou lépe interpretovatelné dynamické symboly, znázorňující časové změny v mapě.

U druhého článku „Visual Analysis of 4D Building Deformation Data“[17] jsme zjistili, že je vhodné, snažit se co nejvíce mapu zjednodušit. To může být docíleno jednodušším 3D modelem a následným načítáním podrobnějších informací na vyžádání. Podobný postup můžeme použít i při tvorbě účinného designu kompozičních prvků mapy, který popisuje článek „Guidelines for the Effective Design of Spatio-Temporal Maps“[18]. Stejně tak je vhodné zjednodušit i uživatelské rozhraní mapy, aby nedocházelo ke zbytečnému rozptylování uživatele při interpretaci obsahu mapy. Jedině potom může být mapa snadno a rychle interpretována.

Kartograf by měl při tvorbě 4D a časoprostorových map pamatovat hlavně na komplexitu informací, kterou přidávají další rozměry mapy. Důležité je pečlivě volit další nadstavbové prvky mapy a snažit se je co nejvíce zjednodušit, aby dále nekomplikovali interpretaci obsahu těchto map.

Nakonec jsme se soustředili na myšlenkové pochody uživatele během interpretace obsahu mapy. První článek „Cultural Aspects of Cartographic Creation: Use of Mental Maps in Cross-cultural Research“[10] o mezikulturní interpretaci mapy nám ukázal rozdíly v interpretaci obsahu mapy lidmi různých kultur. Hned si všimneme používání jiného jazyka v mentálních mapách a zajímavé rozdíly ve vizualizaci obsahu mapy. Například obsah mentálních map evropských dětí se často shlukoval do větších celků. Z toho můžeme vyvodit závěr, že by se jim lépe interpretoval obsah map v podobné konfiguraci. Oproti tomu, pro lidi z Papui-Nové Guiney budou lepší mapy s pestrými obrázkovými symboly. To může souviset s netechnologickými aspekty, které vstupují do používání mapy, jako jsou kultura (typické znaky v myšlení), nebo školství (úroveň a způsob vzdělání), které popisuje následující článek Aleny Vondrákové.

Z dalšího článku „Influence of Non-technological Aspect on the Map Information Perception“[11] je patrný vliv zvolení vhodné kartografické metody na interpretování obsahu mapy danou skupinou uživatelů. Navíc jsme odhalili, že na interpretaci map se podílejí i některé neočekávané faktory, jako jsou etika a kultura, které na první pohled nemají vliv na interpretaci map. To si dále můžeme potvrdit i v díle „Netechnologické aspekty mapové tvorby“[35] od autorky Aleny Vondrákové. Tato kniha důkladněji rozebírá netechnologické aspekty, které vstupují do procesu mapové tvorby a dodává, že některé z těchto faktorů ovlivňují i používání mapy.

Díky poslednímu článku „Variation of geospatial thinking in answering geography questions based on topographic maps“[12] jsme si potvrdili významnost individuálního myšlení jedince při interpretaci mapy. Díky tomu je každá interpretace originální a jedinečná. Navíc během náročnější interpretace obsahu map se zapojuje do myšlenkových pochodů velkou měrou předchozí geografická a kartografická zkušenost. Důležitost předchozích zkušeností u interpretování zejména složitějších map jsme pozorovali už při čtení knihy „Map Use“[9].

Důležité jsou pro kartografa charakteristické vlastnosti uživatele, jako jsou kultura, kvalita a způsob vzdělání, kartografická zkušenost. Díky tomu bude moci vytvořit srozumitelnější mapu pro konkrétní skupinu uživatelů (pestrobarevné mapy, jednodušší nebo naopak komplexnější mapy).

5.2 Návrh dalších směrů výzkumu

Během psaní práce jsme získávali poznatky o interpretaci map a objevovali další možné směry výzkumu. Například jsme se dozvěděli o interpretaci různých typů popisků v mapách. Nicméně nezjistili jsme, jak bude uživatel reagovat na proměnnou barvu textu. Bylo by zajímavé sledovat, jak se různá barva textu projeví na interpretaci mapy uživatelem. Určitě by bylo zapotřebí rozdělit skupiny uživatelů na zkušené kartografy a lidi bez kartografických zkušeností, protože výsledky obou skupin se mohou výrazně lišit.

Při geovizualizaci je potřeba hlavně rozlišovat mezi skupinami uživatelů, protože každý uživatel může mapu interpretovat jiným způsobem. Je třeba dalších výzkumů

na toto téma, protože digitální mapy mohou být určeny primárně pro specifickou skupinu uživatelů (geologické digitální mapy, letecké mapy, atd.). Tento směr výzkumu už je částečně probádán autory dříve zmíněného uživatelského rozhraní WYSIWYG „A WYSIWYG Interface for User-Friendly Access to Geospatial Data Collections“ [34] a v článku „Exploring Geovisualization“ [15]. Nicméně i v tomto směru existují ve výzkumu mezery. Například WYSIWYG rozhraní je zatím nastaveno jen pro začátečníky a experty a nic mezi tím. Mohli bychom zkoumat reakce uživatele na složitější nástroje a vyhodnotit, jestli jsou nebo nejsou vhodné i pro začátečníky nebo pokročilé. Stejně tak můžeme zkoumat reakce různých uživatelů na jednotlivé GIS (geografické informační systémy) a porovnávat, které se více hodí pro začátečníky a které pro pokročilé nebo experty.

Jako další jsme zkoumali výzkum interpretace obsahu 4D map. Přesto, že vizualizace časoprostorových dat je už řešena v některých projektech: „Spatio-temporal maps and cartographic communication“ [36], Alexandra Koussoulakou, Menno-Jan Kraak, nebo „23 Multimodal Analytical Visualisation of Spatio-Temporal Data“ [37], Genady Andrienko, Natalia Andrienko, je zde zapotřebí provést výzkum interpretace obsahu mapy pomocí časové osy a porovnat výsledky s interpretací pomocí dynamických linií nebo šipek. Obzvláště u těchto složitějších map bude zapotřebí rozdělit uživatele podle různých charakteristik (výsledky se mohou výrazně lišit podle předchozích kartografických zkušeností).

U časoprostorových map je výzkum zaměřený na uživatele velmi důležitý, protože interpretace obsahu těchto map může být často složitá. Představili jsme druhy kompozičních prvků (legenda, grafy, časová osa, atd.) časoprostorové mapy. A je žádoucí prozkoumat jak jednotlivé druhy prvků působí na konkrétní skupiny uživatelů a jejich interpretaci časoprostorové mapy.

Pro všechny tyto výzkumy by bylo vhodné využít technologii eye-tracking, abychom lépe pochopili vliv různých prvků mapy na vnímání uživatele během interpretování obsahu mapy.

Kapitola 6

Závěr

Článků, zabývajících se přímo interpretací map, je velmi málo. Tato oblast zatím není velmi prozkoumána. To bylo jedním ze zásadních problémů při psaní rešerše. Mnohem více článků se zabývá čtením a analýzou map, které se zdají být důležitější jak z pohledu kartografa tak z pohledu uživatele a problémem interpretace se zabývají jen okrajově. Kartografa hlavně zajímá, jestli uživatel čtením a analýzou mapy získá z mapy potřebné informace. S tím ovšem úzce souvisí interpretace mapy, pomocí které uživatel vysvětluje a hlavně používá informace získané z mapy. Toto nabývá na významu v dnešní době, kdy jsou digitální mapy více komplexní a složitější na interpretaci. Proto by mělo v budoucnu vznikat více výzkumů zaměřených na toto téma.

Tato práce by měla posloužit především kartografům, kteří se chystají zkoumat interpretaci obsahu mapy. Získají tak informace o osobnostech a pracích, které jsou pro obor klíčové. Vyhnou se již zpracovanému výzkumu. Nebudou opakovat stejné chyby a hlavně mohou začít tam, kde ostatní skončili (viz kapitola 5.2).

Co se týče zhodnocení poznatků, získali jsme základní informace o myšlenkových procesech uživatele během interpretace obsahu map a zjistili jsme, jaké faktory do procesů interpretace vstupují. Dále jsme se zabývali interpretací symbolů v mapách a dozvěděli jsme se něco interpretaci různých proměnných (velikost, orientace, atd.). Dále jsme se dozvěděli něco o interpretaci ortofotomap. Nakonec jsme měli možnost nahlédnout do interpretace 4D a časoprostorových map, u kterých je interpretace obsahu nejnáročnější a zjistili jsme případné mezery ve výzkumu (například dynamické zobrazení versus časová osa, uživatelsky zaměřený výzkum na typy jednotlivých prvků časoprostorové mapy). Během našeho průzkumu jsme se několikrát setkali s důležitostí předchozích zkušeností při interpretování komplexnějších informací z mapy.

Získali jsme základní představu o současném výzkumu interpretace obsahu map. Početilo se nám navrhnout další směry výzkumu, které mohou být probádány, aby zlepšily interpretaci nově vzniklých map uživatelem. Je zapotřebí prozkoumat vliv barvy textu na interpretaci mapy uživatelem. Dále je vhodné porovnat výsledky interpretace

obsahu mapy pomocí časové osy s interpretací pomocí dynamických linií nebo šipek. Dalším směrem výzkumu může být studie, zkoumající vliv jednotlivých druhů kompozičních prvků na interpretaci obsahu mapy. Navíc budeme pozorovat jak budou mapy interpretovat lidé s kartografickým vzděláním a jak nováčci v oboru. Následně můžeme analyzovat míru vlivu předchozích zkušeností v práci s mapami.

Všechny články a knihy jsme našli jen pomocí rešeršní metody sněhové koule, kdy jsme se k článkům dostávali přes 26. Mezinárodní kartografickou konferenci. Dokázali jsme tak dobrou využitelnost této metody při psaní vědecké rešerše.

Při psaní rešerše pomocí metody sněhové koule je dobré nalézt si současný článek s mnoha referencemi přes které se postupně ponoříme hlouběji do daného tématu. Nevýhodou této metody je, že se postupně dostáváme do minulosti. Když už se dostaneme příliš daleko, můžeme se vrátit přes hlavní článek zpět k současným tématům.

Výhoda psaní rešerše pomocí této metody je postupné procházení článků, které se přímo zabývají naším tématem. Při použití metody sněhové koule se nám při hledání článků neopakují již prošlé studie, ani články, které se naším tématem zabývají jen okrajově. To se děje zejména u metody klíčových slov, kdy pro hledání vědeckých článků používáme vyhledávač.

Práce je přínosem v dané problematice a po přečtení získá kartograf nové znalosti o interpretaci obsahu mapy uživatelem, které může využít při tvorbě nové a dobře interpretovatelné mapy.

Literatura

- [1] *Terminologický slovník zeměměřičství a katastru nemovitostí*, Dostupné online:
<<https://www.vugtk.cz/slovník/>>
- [2] Alžběta Brychtová, Stanislav Popelka, *Exploring the Influence of Color Distance on the Map Legibility*, 2013, Dostupné online:
<http://icaci.org/files/documents/ICC_proceedings/ICC2013/_extendedAbstract/374_proceeding.pdf>
- [3] Vít Voženílek, Vít Pászto, Pavel Tuček, *Použití entropie při studiu nestejnoro-
dosti geografických jevů*, 2009, Dostupné online:
<<http://geography.cz/sbornik/wp-content/uploads/2009/06/g09-2-3tucek.pdf>>
- [4] David Fraser, *Geocart*, 2009
- [5] Jana Jersáková, *Literární řešerše*, 2009, Dostupné online:
<http://kbe.prf.jcu.cz/files/diplomky/Literarni_reserde.pdf>
- [6] Miluše Mírková, *Bibliografická a řešeršní činnost*, 2011, Dostupné online:
<home.zcu.cz/~mirkova/Rekvalifikacni_kurz/BR_2_Reserse.ppt>
- [7] Julie Nováková, *Jak udělat kvalitní řešerši*, 2012, Dostupné online:
<<http://student.finance.cz/zpravy/finance/349272-jak-udelat-kvalitni-resersi-/?MailcenDivLogin=1>>
- [8] Manfred F. Buchroithner, Nikolas Prechtel, Dirk Burghardt, Karsten Pippig, Benjamin Schröter, *26 INTERNATIONAL CARTOGRAPHIC CONFERENCE*, 2013, Dostupné online:
<http://icaci.org/files/documents/ICC_proceedings/ICC2013/ICC2013_Proceedings.pdf>
- [9] Phillip C. Muehrcke, Juliana O. Muehrcke, *Map Use: Reading, Analysis, Interpretation*, 1996

- [10] Jan D. Bláha, *Cultural Aspects of Cartographic Creation: Use of Mental Maps in Cross-cultural Research*, 2013, Dostupné online:
<http://icaci.org/files/documents/ICC_proceedings/ICC2013/_extendedAbstract/151_proceeding.pdf>
- [11] Alena Vondráková, *Influence of Non-technological Aspect on the Map Information Perception*, 2013, Dostupné online:
<http://icaci.org/files/documents/ICC_proceedings/ICC2013/ICC2013_Proceedings.pdf>
- [12] Yoshikiho Wakabayashi, Yuriho Matsui, *Variation of geospatial thinking in answering geography questions based on topographic maps*, 2013, Dostupné online:
<http://icaci.org/files/documents/ICC_proceedings/ICC2013/_extendedAbstract/43_proceeding.pdf>
- [13] Simone Garlandini, Sara Irina Fabrikant, *Evaluating the Effectiveness and Efficiency of Visual Variables for Geographic Information Visualization*, 2009, Dostupné online:
<http://geog.ucsb.edu/~sara/html/research/pubs/garlandini_fabs09.pdf>
- [14] Alan M. MacEachren, Menno-Jan Kraak, *Research challenges in geovisualization*, 2001, Dostupné online:
<<http://people.plan.aau.dk/~lbo/SIM/visagenda.pdf>>
- [15] Alan M. MacEachren, Menno-Jan Kraak, Jason Dykes, *Exploring Geovisualization*, 2005
- [16] Bernd Resch, Florian Hillen, Andreas Reimer, Wolfgang Spitzer, *Towards 4D Cartography – Four-dimensional Dynamic Maps for Understanding Spatio-temporal Correlations in Lightning Events*, 2013, Dostupné online:
<http://www.berndresch.com/download/work/publications/resch_et_al_4d-cartography_caj_2013.pdf>
- [17] Linfang Ding, Xiaoxiang Zhu, Liqiu Meng, *Visual Analysis of 4D Building Deformation Data*, 2013, Dostupné online:
<http://icaci.org/files/documents/ICC_proceedings/ICC2013/_extendedAbstract/221_proceeding.pdf>
- [18] Aileen Buckley, *Guidelines for the Effective Design of Spatio-Temporal Maps*, 2013, Dostupné online:
<http://icaci.org/files/documents/ICC_proceedings/ICC2013/_extendedAbstract/443_proceeding.pdf>

- [19] Rasha Deeb, Philippe De Maeyer, *Users Characteristic Influence on the Efficiency of Typographic Design*, 2013, Dostupné online:
<http://icaci.org/files/documents/ICC_proceedings/ICC2013/_extendedAbstract/153_proceeding.pdf>
- [20] *Oxford Dictionary*, Dostupné online:
<<http://www.oxforddictionaries.com/>>
- [21] *Cambridge Dictionary*, Dostupné online:
<<http://dictionary.cambridge.org/>>
- [22] Vít Voženílek, *Aplikovaná kartografie I*, 2001
- [23] Jaromír Kaňok, *Grafické a kartografické metody*, 1992
- [24] Bohuslav Veverka, Růžena Zimová, *Topografická a tematická kartografie*, 2008
- [25] Lars Harrie, Hanna Stigmar, *Evaluation of Analytical Measures of Map Legibility*, 2011
- [26] Rainer H. Kluwe, Peter Schulze, *Gestaltungsgrundsätze für komplexe Informationsdarstellung*, 1994
- [27] Michael P. Peterson, *Trends in Internet Map Use: A Second Look*, 1999, Dostupné online:
<<http://maps.unomaha.edu/mp/Articles/ICA99/Trends99.html>>
- [28] Roxana Moreno, Richard. E. Mayer, *Engaging students in active learning: The case for personalized multimedia messages*, 2000, Dostupné online:
<https://www.ydae.purdue.edu/lct/HBCU/documents/Moreno_Engaging_Students_in_Active_Learning.pdf>
- [29] Roger M. Downs, David Stea, *Image and Environment: Cognitive Mapping and Spatial Behavior*, 1973
- [30] Fernanda Ferreira, John M. Henderson, *The Interface of Language, Vision and Action*, 2004
- [31] Jacques Bertin, *Sémiologie Graphique. Les diagrammes, les réseaux, les cartes*, 1967
- [32] Barbora Musilová, *Vnímání barevných stupnic v tematické kartografii*, 2013 Dostupné online:
<<http://www.kma.zcu.cz/>>
- [33] Cynthia Brewer, *ColorBrewer*, Dostupné online:
<<http://colorbrewer2.org/>>

- [34] Helen Jenny, Andreas Neumann, Bernhard Jenny, Lorenz Hurni, *A WYSIWYG Interface for User-Friendly Access to Geospatial Data Collections*, 2010
- [35] Alena Vondráková, *Netechnologické aspekty mapové tvorby*, 2014
- [36] Alexandra Koussoulakou, Menno-Jan Kraak, *Spatio-temporal maps and cartographic communication*, 1992
- [37] Gennady Andrienko, Natalia Andrienko, *23 Multimodal Analytical Visualisation of Spatio-Temporal Data*, 2007, Dostupné online:
<<http://geoanalytics.net/and/papers/mmcart07.pdf>>