

LUKÁŠ VÍT, JAN D. BLÁHA

## ZNÁZORNĚNÍ ČASU A TVORBA ČASOVÉ LEGENDY V ANIMOVANÝCH KARTOGRAFICKÝCH DÍLECH

**VÍT, L., BLÁHA, J. D. (2013): Representation of time and the creation of a temporal legend in animated cartographic works. *Geografie*, 118, No. 1, pp. 40–58.** – The article provides an analysis of the possibilities for the graphic presentation of time in animated cartographic works. After a brief introduction presenting the problem of capturing time and action within the framework of cartographic production, the article mentions methods commonly used for the expression of time in cartographic animations and indicates their weakness: as a rule, these methods don't reflect the temporo-spatial progression of events that a cartographic work strives to capture. The article then proposes a general approach recommended for the design and creation of temporal legends for animated maps in order to eliminate this flaw. This general approach is then applied to a sample group of cartographic works that depict historical battles.

KEY WORDS: time – cartography – temporal legend – animated map – battle.

### 1. Úvod

Odedávna se lidé snaží zachytit svět, v němž žijí a který je jejich přirozeným prostředím. Tento popis skutečnosti je možné realizovat z pohledu různých vědních oborů – například historie, antropologie, medicíny a mnoha dalších. Většina vědeckých oborů se dívá na skutečnost pomocí relativně úzkého zorného pole, a proto mohou jít v rámci svého zkoumání do značné hloubky. Vedlejší a patrně i nutným efektem takto důkladného studia však bývá opomíjení interdisciplinárních souvislostí. Snad právě zde je možné spatřovat jeden z hlavních významů geografie, vědního oboru, který naopak klouže po povrchu ostatních vědních disciplín a spojuje je pomocí pomyslných mostů. Geografie je soubor vědních disciplín, které zkoumají vzájemný vliv lidské společnosti a krajinné sféry a berou v potaz prostorovou a časovou proměnlivost této interakce (Cloke, Grang, Goodwin, eds. 1999). Uvedené dimenze – prostorová a časová, jsou základem jakéhokoli geografického výzkumu. Geografové si jsou těchto dvou dimenzí již poměrně dlouho vědomi. Dokladem může být například dnes již klasický Langranův článek z roku 1988 (Langran, Chrisman 1988), nebo o rok starší publikace o tzv. „*human cartography*“ (Szegő 1987). Pokud je v geografickém výzkumu akcentována úloha časové dimenze, hovoří se o tzv. „*time geography*“.

Jednou ze základních forem, jak lze vyjádřit výsledky geografického výzkumu, je mapa (v širším kontextu je vhodnější použít termínu „kartografické dílo“). Pokud platí výše uvedená definice, pak časoprostorový charakter geografie musí odrážet i výsledné kartografické dílo, které je často jediným

hmatatelným výstupem výzkumného projektu. Mapa by proto měla být schopna vyjádřit obě uvedené složky, tj. prostorovou i časovou. Problematika vyjádření času v kartografii není otázkou posledního desetiletí (viz např. Langran 1992), v poslední době se ale výzkum přesouvá z roviny konceptuální spíše do roviny uživatelské vstřícnosti a kartografických vyjadřovacích prostředků.

V tomto kontextu se odvíjí i obsah tohoto článku, který se snaží nabídnout teoretický rámec pro otázky, jež by si měl tvůrce mapy položit, aby navrhl adekvátní časovou legendu pro konkrétní animovanou mapu; dále pak rozebrat grafické možnosti znázornění času v animovaných kartografických dílech (tzn. konstrukci časové legendy – vysvětlení viz dále).

## 2. Úloha času v kartografii a znázornění času v animovaných mapách

Úloha času v kartografických dílech se v průběhu minulých desetiletí změnila; tato změna úzce souvisí s vývojem chápání celého oboru. Postupný vývoj lze vysledovat i na základě definic kartografie různého stáří: „Kartografie je věda o sestavování map všech druhů a zahrnuje veškeré operace od počátečního vyměřování až po vydání hotové produkce“ (UN, Department of Social Affairs 1949, In Konečný a kol. 2005) nebo „Kartografie je unikátní a instinktivní více-rozměrový prostředek pro tvorbu a manipulaci vizuálních (nebo virtuálních) reprezentací geoprostoru (map), které umožňují výzkum, analýzu, pochopení a komunikaci informací o tomto prostoru“ (Wood 2003, In Konečný a kol. 2005).

První z uvedených definic, vyslovená v poválečném období, chápe kartografii jako disciplínu čistě technickou, to znamená, že je zde snaha o exaktní znázornění pozorované skutečnosti. Druhá (výrazně novější) definice naopak líčí kartografii spíše jako jednu z věd o sdělování a je pojata humanitněji. Komunikační charakter kartografického díla velmi dobře vystihuje i Turchi (2004), když píše, že „požádat o mapu je totéž jako říci: vyprávěj mi příběh“<sup>1</sup> (Turchi 2004, s. 11). Vedle zmíněného komunikačního charakteru je vzhledem k tematickému zaměření následujícího textu uvedená citace důležitá ještě z jiného důvodu: ukazuje, že mapa „vypráví příběh“, je v ní vyjádřen nějaký děj, tedy souslednost událostí v čase, a nikoli jen konkrétní moment v geografickém prostoru (Voženílek 2005).

Existence děje v tematicce, která je znázorněna pomocí kartografického díla, je zcela zásadní pro rozhodnutí, jestli je třeba k tomuto kartografickému dílu přidat časovou legendu (viz dále) či nikoli. Jako typický příklad mohou posloužit simulované průlety 3D krajinou, které, ač jsou často prezentovány formou animace, časovou legendu nepotřebují. Zdánlivý děj (změna mapového pole) je v nich způsoben nikoli časovou sousledností, ale pohybem pomyslné kamery (časové vs. nečasové animace – Dransch 1997, také Kraak, Ormeling 2003).

S uvedenými termíny „časová“, resp. „nečasová“ animace je úzce spojena širší tematika animací v kartografii, s jejímž příchodem se tvůrcům map otevřely nové možnosti kartografické tvorby a tím i nové možnosti pro vyjádření času. Animovanou mapu je možné definovat jako animaci „s“ (nebo „nad“) mapovým

<sup>1</sup> „To ask for a map is to say: Tell me a story.“

polem. V širším kontextu patří animované mapy do množiny map dynamických, tedy takových, které zobrazují časově proměnný obsah. Mapa je tedy opakovaně generována a překreslována.

MacEachren (1994) má tendenci chápat animovanou mapu spíše ve smyslu „filmového pásu“ a podobně jako dříve DiBiase (a kol. 1992) hovoří o dynamických proměnných, které mají své místo v animovaných mapách. Jsou jimi „okamžik kdy se nějaký prvek/jev v mapovém poli objeví“ (*display date*), jeho setrvávání v mapovém poli (*duration*), rychlost změny (*rate of change*), pořadí (*order*), synchronizace (*synchronization*) a frekvence (*frequency*).

Animovaná mapa ze své podstaty dokáže velmi dobře vystihnout změnu znázorněné skutečnosti v čase a je tedy ideální platformou pro uplatnění a výzkum časové legendy. Časová legenda je ekvivalentem „klasické“ legendy a znázorňuje vztah reálného času (tj. čas, ve kterém se znázorněná tematika opravdu odehrála) a jeho obrazu v animované mapě (Mitbø, Clarke, Fabrikant 2007; Vít 2010).

Vzhledem k velkému množství kartografických animací, jejichž rozmach kopíruje rychlé pronikání internetu do oblasti kartografie, se spontánně začaly používat dva základní způsoby časové legendy – alfanumerické (textové) vyjádření času a časová osa (obr. 1 a 2). Druhý z uvedených způsobů má nespornou výhodu v tom, že časová legenda může zároveň sloužit jako navigační prvek („aktivní legenda“ – např. Peterson 1995). Některé existující kartografické animace používají vhodně pro vyjádření času i zvukovou legendu (Krygier 1994).

Zmíněná spontaneita v tvorbě časových animací však vedla k dnes poměrně rozšířenému trendu, že praxe je o krok před teorií. Technologicky dnes není problém vytvořit kartografickou animaci a přidat k ní nějakou časovou legendu, obvykle ve zmíněné formě jednoduché časové osy nebo jako časovou legendu alfanumerickou (viz výše). Softwarových nástrojů je dostatek a část z nich nabízí i poloautomatizovanou tvorbu časových legend pro vizualizaci dat, která obsahují časovou dimenzi. Příkladem může být *OpenSource* program *Time Map* nebo komerční produkty společnosti ESRI. Co však chybí, je obecný popis postupu, tedy teoretický rámec úvah, které by měly tvorbě odpovídající časové legendy předcházet. Autoři článku se v dalším textu snaží tento chybějící teoretický rámec navrhnout a tímto návrhem a jeho následnou aplikací na modelové skupině animovaných kartografických děl čtenáře krok po kroku provést.

### 3. Obecný postup při návrhu časové legendy

Při návrhu časové legendy je situace obdobná jako při konstrukci klasické legendy. Také zde je nejprve nutné stanovit primární účel kartografického díla a provést analýzu znázorňované tematiky. V kontextu návrhu časové legendy jde zejména o časovou analýzu zkoumaných událostí. Jistě se svým časoprostorovým charakterem bude lišit děj znázorněný v dopravní mapě MHD vyznačující se relativní pravidelností od chaotického děje, který popisuje průběh přírodní katastrofy. Následně je možné přistoupit k hledání vhodných kartografických (resp. grafických) prostředků, které jsou schopné výsledky této analýzy čtenáři mapy zprostředkovat.

Tab. 1 – Obecné kroky při návrhu časové legendy

Krok	Co jej ovlivňuje	Cílová skupina uživatelů
1. Určení důležitosti časové legendy a jejího umístění	Účel kartografického díla	
2. Konstrukce časové legendy	Charakter znázorňované události	
3. Návrh grafické podoby a realizace	Styl kartografického díla, rozložení kompozičních prvků	
4. Testování uživatelské vstřícnosti resp. použitelnosti	Vzorek testovaných uživatelů	

Důležitou roli v procesu návrhu časové legendy hraje také cílová skupina uživatelů. Například v mapě znázorňující náhlu anomálii v chodu počasí bude pro běžné občany důležitý časový průběh samotné anomálie, zatímco pro meteorology bude zajímavá spíše souhra faktorů, které k jejímu vzniku vedly – to znamená, že pro ně tedy bude zajímavý zcela jiný časový úsek. Při návrhu časové legendy lze rozlišit čtyři obecné kroky (tab. 1).

### 3.1. Určení důležitosti časové legendy a jejího umístění

V rámci prvního kroku je nutné se zaměřit na vlastní charakter kartografického díla a na úlohu času v něm. Je třeba odhadnout, bude-li si uživatel klást v souvislosti se znázorňovanou problematikou časové otázky. V první řadě je tedy nutné položit si zcela triviální otázku: „Obsahuje diskutovaná tematika časovou složku?“ Pokud je odpověď záporná, nemá smysl se celým postupem tvorby časové legendy dále zabývat. Pokud je však odpověď kladná (tzn. zobrazená tematika s časovou složkou operuje), je namíště pokusit se odhadnout důležitost časové legendy z pohledu uživatele. S tím souvisí zejména určení důležitosti časové legendy a jejího umístění (tj. dosažitelnost). Z hlediska důležitosti lze rozlišovat *hlavní časovou legendu* a *pomocnou časovou legendu*. Obě znázorňují čas zcela odlišným způsobem a liší se zejména v hodnotě informace, kterou čtenáři mapy přinášejí.

Hlavní časovou legendou je taková časová legenda, která podává přesné vyjádření času (tzn. čas lze z legendy přesně určit). Konstrukci hlavní časové legendy je tedy vhodné uvažovat v takových kartografických dílech, v nichž čas hraje důležitou roli. Hlavní časová legenda může mít různé modifikace časové osy, alfanumerické vyjádření času či znázornění cyklického času formou ciferníku hodin (viz níže). Pokud naopak čas v dané tematice z hlediska uživatele příliš důležitou roli nehraje, lze jeho plynutí vyjádřit méně výraznou formou – je možné použít pomocnou časovou legendu. Pomocná časová legenda poukazuje na určité plynutí času, ale neumožňuje jeho přesné stanovení (příkladem vhodného použití pomocné časové legendy může být kartografické znázornění sněhové pokrývky v zimních měsících a její absence v letních měsících). Příkladem modifikace pomocné časové legendy může být vyjádření dne a noci formou ikony Slunce (Měsíce) oproti vyjádření téhož pomocí zesvětlení

(resp. ztmavení) celého mapového pole. Umístění časové legendy poukazuje na její dosažitelnost z pohledu uživatele kartografického díla (časová legenda je přítomná stále x pouze na vyžádání, tedy například jako reakce na konkrétní událost kurzoru počítačové myši).

### 3.2. Konstrukce časové legendy

Druhý krok při návrhu časové legendy je krokem nejdůležitějším. Právě zde dochází k analýze časového průběhu znázorňované tematiky. Z této analýzy následně vzejde základní představa o tom, jakým způsobem by měla být časová legenda pro konkrétní kartografické dílo zkonstruována. V tomto kroku jde tedy o vytvoření určitého myšlenkového konceptu, nikoli o konkrétní grafické zpracování.

Kraak uvádí, že při výběru základního způsobu jak vyjádřit čas by měla být vzata v potaz přirozená struktura času zobrazované události (Kraak 2005). Obecně lze konstatovat: je-li zobrazovaný děj ve své podstatě cyklický (např. denní chod teploty), je vhodné použít kruhovou (cyklickou) časovou legendu (např. ciferník ručičkových hodin). Pokud je spíše acyklický, cyklická legenda není dobrou volbou (tamtéž). Po poměrně obecném výběru cyklické (resp. ne-cyklické) časové legendy je možné přejít k dalším, často již velmi specifickým časovým charakteristikám znázorňované události.

### 3.3. Návrh grafické podoby časové legendy a její realizace

Tak jako v případě celého kartografického díla je třeba i při realizaci časové legendy dodržovat zásadu jednoty. Lze rozlišit jednotu technického provedení, odborného provedení a jednotu estetickou, resp. grafickou – grafický design (Robinson a kol. 1984).

Grafická stránka časové legendy musí být podřízena celkovému stylu kartografického díla, neboť všechny části mapy se vzájemně graficky ovlivňují a měl by mezi nimi panovat soulad (tamtéž). Vedle grafického souladu mezi časovou legendou a ostatními částmi mapy musí kartograf dbát zejména na její použitelnost. Časová legenda musí být zkonstruována tak, aby kladla na čtenáře kartografického díla adekvátní nároky. Jedná-li se o hlavní časovou legendu (viz výše) obsahující alfanumerické znaky, pak je důležité zvolit dostatečnou velikost fontu písma a zajistit jejich snadnou čitelnost. Zároveň by však časová legenda neměla zabírat zbytečně velkou část mapy a neměla by být dominantním prvkem – pozici dominantního prvku si musí vždy udržet samotné mapové pole. Ve své podstatě je časová legenda jen dalším kompozičním prvkem a je třeba k ní taktó přistupovat. Její konkrétní umístění bude vždy závislé na kompozici konkrétní animované mapy, například na jejím formátu (resp. poměru stran), celkové velikosti a zaplněnosti. Pro samotný návrh grafické podoby časové legendy a její realizaci není možné definovat nějaká závazná pravidla, návrh legendy je totiž do značné míry záležitostí zkušeností kartografa a jeho estetického cítění. Je-li časová legenda vytvořena chybně,

následující krok (3.4.) by na tyto nedostatky, ať už koncepčního či grafického charakteru, měl poukázat.

### 3.4. Testování uživatelské vstřícnosti resp. použitelnosti

Někdy je možné na základě druhého a třetího kroku (3.2. a 3.3.) vytvořit více různých verzí časové legendy, které umožňují na základě teoretických poznatků kvalitně vystihnout průběh zobrazené události. Z nich je pak důležité vybrat tu variantu, která se jeví jako nejlepší. Krokem bezprostředně navazujícím na realizaci časové legendy by proto mělo být testování její použitelnosti, která koresponduje s uživatelskou vstřícností a schopností odpovídat na předpokládané časové otázky (např. Kdy?, Jak dlouho? atd.) kladené ze strany uživatelů. Tento poslední krok je možné provést pouze v interakci se vzorkem cílové skupiny uživatelů.

K testování (hodnocení) uživatelské vstřícnosti je možné přistupovat dvěma základními způsoby: kvantitativním nebo kvalitativním testem (Krug 2006). V rámci kvantitativních testů je předem definován úkol a jeho zadání je přesně dodržováno u všech uživatelů, kteří se účastní testu. Cílem kvantitativního testu je nejčastěji prokázat nějakou hypotézu (tamtéž) nebo porovnat dva podobné produkty. Výhodou kvantitativních testů je obecně možnost oslovení většího počtu uživatelů. Naproti tomu kvalitativní testování s menším počtem účastníků je vhodnější pro zjištění, jaký mají budoucí uživatelé na testovaný objekt (zde na vytvořenou časovou legendu) názor. Velmi častým nástrojem při kvalitativním testování uživatelské vstřícnosti je strukturovaný rozhovor, analýza práce s produktem apod.

Testování uživatelské vstřícnosti kartografických děl je komplexní záležitostí a neexistuje způsob testu, který by zaručeně vedl k úspěšnému získání požadovaných výsledků. V praxi lze však vysledovat nejčastější skupiny úkolů předkládaných uživateli, který se testování účastní:

- uživatel je zadán reálný úkol a je měřen čas, za jak dlouho jej úspěšně splní
- uživatel vzájemně porovnává více kartografických variant téže skutečnosti a hodnotí ve smyslu lepší × horší na půdorysu tzv. sémantického diferenciatu (Osgood, Suci, Tannenbaum 1975), aplikaci v kartografii provedl Bláha (2006)
- uživatel hodnotí zkoumanou skutečnost na bodové stupnici, případně pomocí známek
- uživatel porovnává intuitivnost jednotlivých vyjadřovacích prostředků na základě doby, za jakou pochopí jejich význam
- s uživatelem je veden standardizovaný či nestandardizovaný rozhovor, uživatel hodnotí verbálně atd.

Na základě získaných výsledků je možné pokračovat v hodnocení; v případě kvantitativního testu lze výsledky zpracovat statisticky, u kvalitativních testů jde často spíše o kvalifikovaný odhad určitého trendu. Návrh testu uživatelské vstřícnosti pro konkrétní skupinu animovaných map popisuje kapitola 4.4.

## 4. Aplikace uvedeného postupu na mapách bitev

### 4.1. Určení důležitosti časové legendy a její umístění

V kartografickém díle, které znázorňuje bitevní situaci, je základní událostí přirozeně samotná bitva. Zde je vhodnější chápat bitvu analyticky, tj. jako sled určitých kroků, nikoli v jejím sociálním kontextu či ve filozoficko-politickém pojetí jako „akt násilí“ (Clausewitz 1873). Bitva se vždy odehrává v čase a prostoru a důležitou úlohu zde hraje prvek děje, kdy akce jednoho soupeře vyvolá reakci protivníka. Vzhledem k této silné dějovosti lze předpokládat, že čtenář kartografického díla si při jeho studiu bude pokládat časové otázky a bude požadovat adekvátní odpovědi. Kartografické dílo znázorňující bitevní situaci by tedy mělo být vybaveno kvalitní hlavní časovou legendou (viz výše). Tato časová legenda musí být dostatečně „po ruce“, nejlépe je tedy uvažovat ji jako integrální a neoddělitelnou součást animované mapy. Časová legenda by proto měla být přítomna stále.

### 4.2. Konstrukce časové legendy

Jak již bylo uvedeno, pro konstrukci adekvátní časové legendy je nutné nejprve provést analýzu průběhu znázorňované události v čase (viz obecný postup při návrhu časové legendy). V tomto modelovém případě je tedy potřeba provést analýzu časoprostorového průběhu bitvy.

Autoři publikace „Stručná teorie boje“ uvádějí, že bitva je děj do jisté míry epizodický (DuBois, Hughes, Low 1998). Při podrobném studiu struktury bitvy je tedy možné vysledovat určité cykly, které se během času opakují. Například už jen sám fakt, že boj lze interpretovat jako cyklus akce–reakce–akce, ukazuje na určitou pravidelnost. Tato periodicitu je však patrná pouze v makroměřítku. Každé vzednutí bitevní vřavy lze rozložit na nespočet menších akcí. Pokud jsou jednotlivá vzednutí porovnávána na mikroúrovni, jsou patrné jejich vzájemné odlišnosti. Spíše než periodicitu se zde projevuje „prvek chaosu“ (tamtéž). Každá bitva i každá její část je výsledkem příliš mnoha proměnných, než aby bylo možné prohlásit boj periodickým, resp. cyklickým jevem. Bitvu je proto možné označit za jev acyklický.

Praktickým výstupem této analýzy je tvrzení, že časová legenda konstruovaná pro mapy bitev by neměla mít cyklickou podobu (viz výše). Dále proto budou uvažovány jen zbylé způsoby řešení hlavní časové legendy – alfanumerická časová legenda a různé modifikace časové osy lineárního charakteru (obr. 1 a 2).

Po takto obecném vyloučení cyklické časové legendy je možné dále analyzovat konkrétní specifika časoprostorového průběhu bitev.

#### 4.2.1. Rychlost času

Bitva je jev nepravidelný a silně proměnlivý. I když existuje velmi dobrý taktický plán, téměř nikdy se jej nepodaří dodržet. Bitva je chaotická a je

17.11.1989

Obr. 1 – Alfnumerická časová legenda. Čas je znázorněn pomocí cifer, resp. textu.



Obr. 2 – Časová osa. Čas je znázorněn aktuální polohou pohyblivého „jezdce“ (v obrázku šedý trojúhelník). Pro mentalitu západního světa je lepší vyjádřit plynutí času způsobem, který je z hlediska kulturního prostředí pro budoucího uživatele vhodnější (Bláha 2012), tedy zleva doprava, případně zdola nahoru – směr vnímání času, který je běžný v rámci humánní geografie (Szegő 1987).

obtížné hledat v ní nějaký řád, lze ji přirovnat k velké strategické hře, kdy se soupeři snaží vzájemně překvapit neočekávaným tahem. Neméně důležitý je faktor náhody. I když náhoda nezávisí na plánovaném konání, může být její vliv na výsledek bitvy zcela fatální. Nelze proto nezmínit Clausewitzovu myšlenku, ve které přirovnává válku ke hře plné možností, pravděpodobnosti, štěstí a neštěstí (Clausewitz 1873). Celkové tempo boje není jednotné nebo postupně vzrůstající. Bitva je spíše dějem epizodickým, kdy jsou jednotlivé střety odděleny poněkud klidnějšími fázemi (přesuny jednotek a materiálu, shromažďování informací, budování zázemí atd.).

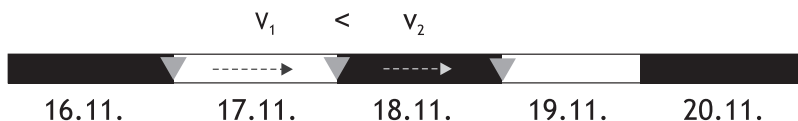
Praktickým důsledkem výše popsaných charakteristik je fakt, že jestliže existuje takto výrazná proměnlivost a nejistota příštího vývoje, bude pravděpodobně aktivita během bitvy rozložena nerovnoměrně, a to jak z časového, tak z prostorového hlediska. Mohou zde proto nastat okamžiky, kdy bude na určitém místě vhodné čas zdánlivě „roztáhnout“ (tedy zpomalit) nebo naopak „smrštit“ (zrychlit). Obecně jde tedy o změnu rychlosti znázorněného času, kterou je vhodné realizovat za tím účelem, aby se čtenář animované mapy v určitých okamžicích při jejím sledování nenudil a v jiných nebyl naopak zavalen přemírou informací v příliš rychlém sledu. Jednoduše řečeno – nezajímavé pasáže v animované mapě mohou být zrychleny a zajímavé naopak zpomaleny, někdy až zastaveny. Takto pojatá rychlost času tedy udává poměr mezi reálným časem a tím, jak je znázorněn v rámci animované mapy a je možné ji označit také termínem časové měřítko (Kraak 2005). Vhodné je zdůraznit nepřímou úměru mezi rychlostí času a časovým měřítkem. Čím vyšší je rychlost času, tím menší je časové měřítko, a opačně.

Vnímání rychlosti času a jejích případných změn v rámci kartografického díla souvisí s vnímáním času v reálném světě. Myšlenku elasticity času popsal již zakladatel grafické sémiologie, Bertin, tvrzením, že „čas není kvantitativní, ale elastický. Časové jednotky se zdánlivě prodlužují během pasivity a zkracují během aktivity, ačkoli nejsme schopni určit všechny faktory této nepravidelnosti“ (Bertin 1983, s. 42).

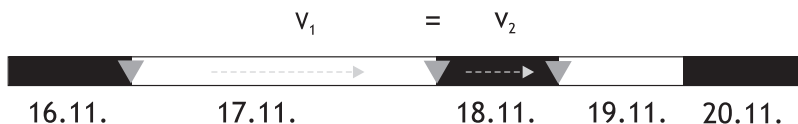
Na popsané změny časového měřítko musí pružně reagovat, tj. musí je být schopna znázornit, i navrhovaná časová legenda. Jak toho ovšem docílit? Možnosti znázornění rychlosti času se liší pro oba způsoby řešení diskutovaných časových legend, tedy pro alfanumerickou časovou legendu a pro časovou osu.

V případě časové osy je zobrazený okamžik světového času vyjádřen aktuální polohou pohyblivého jezdce a rychlost času lze opticky zhruba odvodit





Obr. 3 – Vyjádření rychlosti času na základě proměnné rychlosti pohybu jezdce. Dne 17. listopadu je rychlost času pomalejší než v jiných dnech (rychlost jezdce  $v_1$  je nižší než rychlost  $v_2$ ).



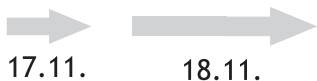
Obr. 4 – Vyjádření rychlosti času na základě proměnné délky časové jednotky. Dne 17. listopadu je rychlost času nižší než v jiných dnech (grafická jednotka pro tento den je delší a pohyblivému jezdci proto trvá déle, než ji překoná).

z rychlosti jeho posunu. Platí, že čím rychleji se jezdec pohybuje, tím je rychlost znázorněného času vyšší (obr. 3). Tento koncept znázornění rychlosti času je relativně pochopitelný, naráží ale na fyziologické limity zrakového vnímání. Obecně platí, že čím je změna rychlosti libovolného tělesa menší, tím je pro smysly těžší tuto změnu rozpoznat (Tremouretto, Feldman 2000 In Fukuda, Hueda 2006). Psycholog Šikl například tvrdí, že spodní relativní práh pro vnímání zrychlení je 20–30 % rychlosti sledovaného pohybu. Pokud se tedy rychlost sledovaného objektu změní alespoň o 20 %, je lidský mozek schopen tuto změnu zaregistrovat (Šikl 2006). Aplikace popsaných poznatků na danou problematiku je zřejmá: pokud změna rychlosti jezdce na časové ose nebude dostatečná, uživatel si ji neuvědomí.

Na úlohu znázornění rychlosti času se dá pohlížet i z opačné strany, tedy z pohledu, kdy je rychlost jezdce konstantní. V tomto případě je třeba měnit délku grafických jednotek na časové ose a rychlost času vyjádřit touto cestou. Při praktické realizaci pak platí, že čím je větší délka časové jednotky, tím je rychlost času nižší. V zásadě se tedy při grafické konstrukci časové osy pracuje s grafickou proměnnou „velikost“. Situaci srozumitelněji vystihuje obrázek 4.

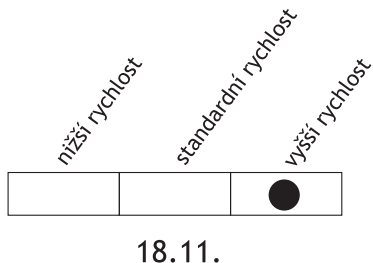
Tento koncept má oproti předešlému způsobu nesporné výhody. První z nich je snazší vnímatelnost. Změnu grafické délky jednotky na časové ose totiž vnímá zrak snadněji než změnu rychlosti pohybu jezdce. Další výhodou je i fakt, že rychlost času je vyjádřena přímo viditelnou veličinou (uživatel se podívá na časovou osu a může hned říci, kdy je rychlost času nižší a kdy naopak vyšší), zatímco v předešlém případě musel rozdíly v rychlosti času myšlenkově interpolovat z různých rychlostí pohybu jezdce. Nevýhodou je však nižší intuitivnost, což bylo ověřeno průzkumem v praxi (viz Vít 2010).

V případě alfanumerické časové legendy je rychlost času vyjádřena pomocí frekvence střídání cifer, resp. textu. Identifikovat změnu rychlosti času je ale velmi náročné, poněvadž uvědomit si změnu této frekvence je ještě obtížnější než uvědomit si změnu rychlosti jezdce na časové ose (viz první případ). Proto je vhodné vyjádřit rychlost času ještě nějakým jiným způsobem. Nabízí se možnost přidat k alfanumerické časové legendě vhodný grafický prostředek, jehož jediným cílem bude informovat uživatele právě o rychlosti času. Pro tyto



Obr. 5 – Vyjádření rychlosti času jako kvantitativní veličiny. Délka šipky ukazuje rychlost času v daném okamžiku. Dne 17. listopadu je tedy čas znázorněn podrobněji (má menší rychlost) než dne 18. listopadu.

Obr. 6 – Znázornění rychlosti času formou tabulky.



účely je ideálním grafickým prostředkem šipka, neboť symbol šipky je v povědomí lidí spojen s vyjádřením směru a dynamiky pohybu. Rychlost času je ve své podstatě veličinou kvantitativní (odpovídá na otázku Kolik?, resp. Jak mnoho?), a proto se k jejímu vyjádření nabízí některá z těch grafických proměnných definovaných Bertinem roku 1967 a doplněných Morrisonem v roce 1974 (viz MacEachren 1992), které je možné vzestupně či sestupně seřadit. Z nich je vhodná zejména grafická proměnná velikost. Mezi rychlostí času a jejím grafickým vyjádřením panuje v tomto případě přímá úměra, to znamená čím delší je šipka, tím vyšší je rychlost času (obr. 5).

Úlohu šipky může zastávat také jednodimenzionální tabulka, kdy její jednotlivé buňky odpovídají aktuální rychlosti času (obr. 6). Podobným způsobem poukazuje na rychlost času i Jung, když ve své internetové aplikaci pracuje se zrychlením času a udává jej číselně (Jung 2009).

Snad posledním typově odlišným způsobem pro znázornění rychlosti času je použití tvarové analogie notoricky známých objektů. Ikona zajíce může symbolizovat vyšší rychlost času, ikona želvy naopak nižší rychlost. Použití tohoto způsobu je ale silně závislé na celkovém stylu uvažovaného kartografického díla (Pravda 2003) a předpokládá jeho hravý charakter – například tzv. „*pictorial maps*“ (Holmes 1992).

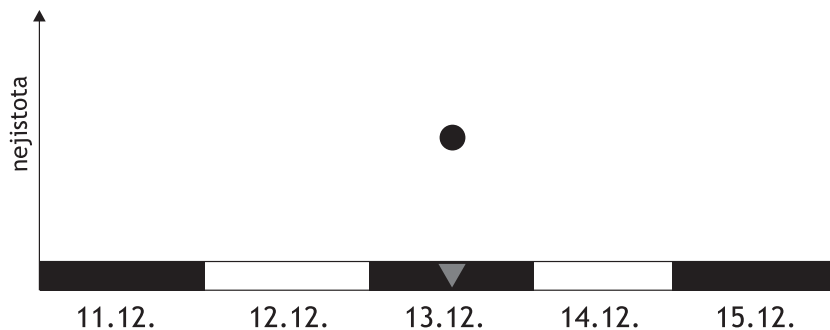
#### 4.2.2. Časová nejistota (tzv. „bílá místa v čase“)

S pojmem bílých míst se lze setkat především v souvislosti s historickou kartografií. Jako bílá místa byl označován prostor za hranicemi tehdy známého světa. V římském období kartografové označovali tato místa známým citátem „*hic sunt leones*“. Postupně se pojem začal používat obecně pro oblasti, o kterých nebylo nic známo, nebo byly tyto znalosti chabé, rozšířil se i mimo kartografii a přešel také do abstraktní roviny.

Pojem bílá místa lze analogicky zavést i v souvislosti s časovou problematikou a definovat je jako taková období, o nichž se ví, že se během nich nějaká událost stala, neví se však, *kdy* přesně k ní došlo. Takto definovaná bílá místa v čase nalézají své uplatnění zejména při kartografickém znázornění historických událostí, o kterých často nejsou k dispozici přesné časové údaje. Informace o historických událostech vycházejí často z nevěrohodných zdrojů, jako jsou očitá svědectví; v lepším případě může jít o dochované kroniky či jiné písemné a grafické materiály. Správnost dostupných časových údajů je často velmi diskutabilní, protože velké množství z nich bylo pravděpodobně



Obr. 7 – Vyjádření časové nejistoty na časové ose formou grafického potlačení (změna sytosti). Časová nejistota je znázorněna pro den 13. prosince. Časová legenda čtenáře mapy informuje o tom, že není přesně známo, kdy skutečně proběhly události, které kartografické dílo znázorňuje v rámci tohoto data.



Obr. 8 – Vyjádření časové nejistoty pro den 13. prosince na časové ose formou grafu

ovlivněno subjektivním vnímáním reality z pohledu přímých svědků. Velmi dobře vystihuje tuto situaci historik americké občanské války J. R. Wright, když s nadsázkou píše, že v bitvě u Gettysburgu „patrně nebyl nikdo, jehož úkolem by bylo zaznamenávat přesný čas všech událostí proto, aby o jedno a čtvrt století později uspokojil požadavky historiků a studentů.“ (Wright 1990, s. 1) Bílá místa v čase tak tvoří další z časoprostorových specifik historických bitev a kvalitně zpracovaná časová legenda by měla čtenáře mapy o jejich existenci informovat.

Při snaze o kartografické znázornění bílých míst v čase v rámci animovaných map je možné vyjít ze způsobů, které se používají pro znázornění prostorové nejistoty u geografických dat. Konkrétními grafickými způsoby pro znázornění nejistoty se zabývá například MacEachren (1992), který považuje za vhodné použít grafickou proměnnou *sytost* (ve smyslu čistoty barvy) a *ostrost* (analogie k zaostření fotografie). Pomocí těchto proměnných je možné zakomponovat časovou nejistotu přímo do časové osy, jak ukazuje obrázek 7.

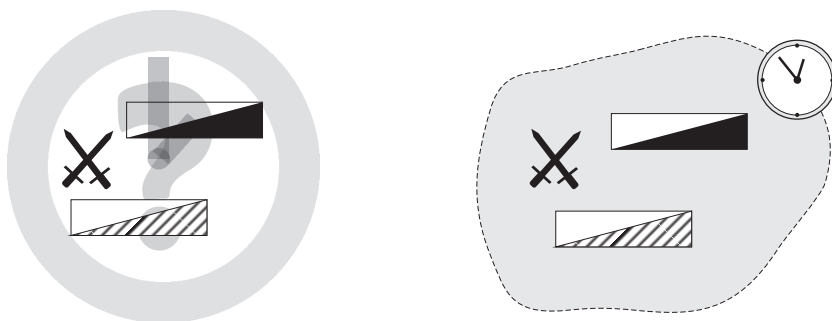
Další možností je uvažovat časovou nejistotu jako zcela seriózní proměnnou a znázornit ji pomocí grafu. Čas jako známější z obou veličin doporučuje Bertin vynášet v grafech na horizontální osu (Bertin 1983), na časovou nejistotu zbývá osa vertikální. Nejistota v tomto případě popisuje vlastnost časového okamžiku na horizontální ose a tím podává doplňkovou informaci o dění v mapovém poli (obr. 8).

Časovou nejistotu je samozřejmě možné vtělit i do alfanumerické časové legendy. Zde se nabízí způsob, kdy je cifra uvedena v nevýrazném odstínu šedi, nebo kdy je za časový údaj připojen symbol otazníku (obr. 9).

Výše popsané způsoby znázorňují časovou nejistotu jako integrální součást časové legendy. V praxi je však mnohem vhodnější a uživatelsky vstřícnější

## 13.12. 13.12.?

Obr. 9 – Různá vyjádření časové nejistoty v alfanumerické časové legendě



Obr. 10 – Znázornění časové nejistoty pomocí samostatného kartografického znaku (vlevo). Uvedená skupina kartografických znaků značí následující: není přesně známo, kdy proběhl ozbrojený střet mezi „plnými“ a „šrafovanými“ jednotkami. Jiná varianta je uvedena vpravo. Zde je areálovou metodou vyznačena oblast, která z historického hlediska vykazuje časovou nejistotu.

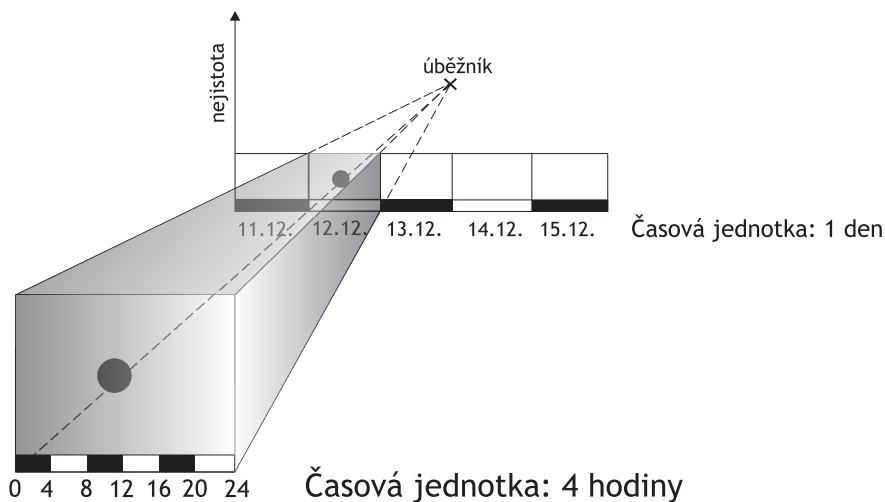
využít koncept, kdy je časová nejistota znázorněna přímo v mapovém poli. Časová nejistota může vystupovat jako samostatný kartografický znak, který se objevuje u příslušné události, u níž není jisté, kdy k ní došlo (obr. 10).

Znázornění časové nejistoty se tedy na rozdíl od výše uvedených způsobů neváže k mapovému poli jako celku, ale pouze ke konkrétní, prostorově ohraničené události. V rámci diskutované problematiky historických bitev je tak možné například odlišit ty jednotky, u nichž není historicky přesně doložen čas jednotlivých akcí, ačkoli časový průběh celé bitvy jako celku dokumentován je.

### 4.2.3. Rozmanitost dějových linií

Poslední charakteristikou časoprostorového průběhu bitvy je její mnohovrstevnatost. Bitva je děj komplexní a lze ji proto zkoumat na mnoha úrovních podrobnosti. Při zkoumání bitvy po jejích dílčích částech je možné provádět přesnější a důkladnější analýzu, zatímco při celkovém pohledu je snazší pochopit celkový kontext a interakce dílčích epizod.

Pro zkoumání bitvy nebo válečného tažení jako celku je nutné konstruovat bitevní mapu v menším prostorovém měřítku. Vojenské jednotky, které lze označit za hlavní vykonavatele děje (Szegö 1987), jsou v takovém případě znázorněny na úrovni celých armád, případně na úrovni jiných relativně velkých organizačních celků. Rychlost operací, které může vnější pozorovatel zaznamenat, je u takto velkých celků relativně malá. Proto je kartografické znázornění celé bitvy, tj. v malém prostorovém měřítku, v úzké vazbě s malým časovým měřítkem. Pokud naopak kartografické dílo znázorňuje ve větším měřítku



Obr. 11 – Časová legenda pro větší počet dějových linií vyjádřená pomocí jednotředové perspektivy (Aguilera 2008). Ukázka hypotetického případu, kdy čtenář mapy vyvolal podrobnější znázornění událostí, které proběhly 12. prosince. S větším časovým měřítkem souvisí i volba drobnějších časových jednotek (změna původních jednotek o velikosti jednotlivých dnů na jednotky o velikosti čtyř hodin). Tato změna časových jednotek na menší bývá označována pojmem časový rozklad (Ott, Swiaczny 2001).

nějakou prostorově méně rozsáhlou operaci, je vhodné, když je i průběh času znázorněn podrobněji.

Kvalitní kartografické znázornění bitevní situace by mělo dovolit obojí – tedy studovat bitvu globálně i po jednotlivých částech, s možností volně přecházet mezi oběma těmito variantami. V jediném okamžiku animované mapy může teoreticky koexistovat větší počet souběžně probíhajících dějů (tzv. „dějových linií“), které se vzájemně liší podrobností a mezi kterými může uživatel (za pomoci vhodně zvolených interaktivních prvků) přepínat. Může tedy skrz uvažované kartografické dílo vertikálně „procházet“. Tuto vlastnost musí ale reflektovat i kvalitně navržená časová legenda, která má za úkol neustále zachovávat souvislost mezi vyjádřením času v jednotlivých dějových liniích při požadavku na jejich rozdílné časové měřítko.

Časová legenda, která umožňuje tuto souvislost zachovávat, může vycházet například z vhodného propojení rovinného grafu a perspektivy. Umělá perspektiva nebo též lineární perspektiva je systém zobrazování trojrozměrného prostoru v ploše za použití přímých linií (Aguilera 2008). Jedním ze základů perspektivního znázornění je fakt, že předměty v popředí, tj. blíže k pozorovateli, se jeví opticky větší oproti stejně velkým předmětům v pozadí a vytváří tak dojem prostoru (Dušek, Miřejovský 2009). Této skutečnosti lze využít i při znázornění času v mapě. Čím blíže ke čtenáři mapy se díky perspektivě časová osa jeví, s tím větší podrobností může analyzovat průběh času. Pokud tedy čtenář mapy pomocí příslušného interaktivního prvku vyvolá zobrazení podrobnější části bitvy, dojde ke zdánlivému perspektivnímu „vysunutí“ časové osy (obr. 11).

### 4.3. Návrh grafické podoby časové legendy a její realizace

Po ukončení druhého kroku (kapitola 4.2.) by měl tvůrce kartografického díla mít již jasnou představu o tom, co přesně musí časová legenda vyjadřovat a jaká bude její konstrukce. Nyní se proto již může zcela oprostít od analytického myšlení a spíše se musí projevit jeho tvořivost a celkové estetické vnímání. Velmi důležitou roli hraje celková stylistika mapy a použité vyjadřovací prostředky. Ze stylistického hlediska se jistě budou výrazně lišit časová legenda pro mapu vytvořenou s použitím současných kartografických vyjadřovacích prostředků a pro mapu, která se snaží napodobit historický mapový styl dobových bitevních map (Pravda 2003). V podkapitole 4.2. bylo konstatováno, že časovou legendu pro účely map historických bitev je vhodné uvažovat jako alfanumerickou časovou legendu, nebo jako některou z modifikací lineární časové osy. Pro který z těchto způsobů řešení se kartograf rozhodne, závisí například na rozložení mapových kompozičních prvků v prostoru mapy. Je-li prostoru nedostatek, jeví se jako vhodnější použít alfanumerickou časovou legendu, která je prostorově úspornější. Má-li naopak kartograf prostoru relativně více, může uvažovat o použití časové osy. V praxi je nejvhodnější umístit časovou osu na spodní stranu animované mapy (běh času je pak typicky znázorněn zleva doprava), nebo ji koncipovat vertikálně. V takovém případě je její nejvhodnější umístění na levé straně animované mapy. Prioritní volba levé strany vychází z typického členění uživatelského rozhraní grafických programů či geoinformačních systémů, v nichž bývá zvykem umísťovat na levou stranu základní pracovní nástroje (*Tools*) či okno s volbou vektorových vrstev (v případě GIS). Následně musí kartograf vybrat jeden z výše popsaných způsobů (viz kapitola 4.2.) pro vyjádření rychlosti času a časové nejistoty a časovou legendu jím vhodně doplnit.

### 4.4. Testování uživatelské vstřícnosti

Posledním krokem je otestování navržených a vytvořených časových legend a tím ověření jejich použitelnosti. Při testování by měly být navozeny takové podmínky, které budou simulovat reálnou situaci. Pokud jsou například uvažované animované mapy bitev vyvíjeny pro primární nasazení v prostředí webu, pak je vhodné, aby i výzkum uživatelské vstřícnosti probíhal interaktivní formou přes internet. Pro tento krok je důležitý také výběr vhodného vzorku testovaných subjektů, který by se měl co nejvíce překrývat s cílovou skupinou uživatelů. V případě map historických bitev mohou cílovou skupinu tvořit historici nebo studenti vojensko-historických oborů, v popularizovanější formě mohou tato kartografická díla sloužit pro ozvláštnění výuky dějepisu nebo pro pobavení široké veřejnosti formou tzv. *edutainmentu* (spojení slov „*education*“ a „*entertainment*“ – tedy jakési vzdělávání zábavnou formou – viz Taylor, Lauriault 2007).

Pro diskutovanou tematiku animovaných map historických bitev by mohl sloužit následující návrh testu:

V prvním kroku je nutné vytvořit modelovou animovanou mapu vybrané bitvy. Tato mapa musí existovat ve více variantách, které se vzájemně budou

odlišovat v použité časové legendě. Jako vhodný základ možného testu se jeví kvantitativní způsob testování (například pomocí webové aplikace, jejíž webová adresa bude rozšířena mezi okruh potenciálních zájemců). Tímto způsobem je možné oslovit široké spektrum možných budoucích uživatelů, tzn. učitelů, historiků či vojenských nadšenců. Po příslušném teoretickém úvodu, kde je pomocí krátké prezentace testovaným uživatelům vysvětleno, oč vlastně jde, se spustí samotná aplikace. Během ní uživatelé pracují s modelovou animovanou mapou konkrétní historické bitvy. Postupně jsou uživatelům kladeny takové otázky, k jejichž řešení je nutné vnímat časovou legendu a aktivně s ní pracovat. Uživatelé mají možnost zvolit jednu z množiny nabízených odpovědí, kterou považují za správnou. Odpovědi jsou automaticky ukládány a odesílány k dalšímu zpracování. Po dokončení samotného testu se nabízí ještě jeho druhá část, kde by uživatelé mohli hodnotit časovou legendu, s níž právě pracovali, a to subjektivně. Zde může jít o systém známkování (oznámkovat na stupnici 1–5 intuitivnost časové legendy, její čitelnost, grafickou úpravu atd.) nebo o prosté verbální zhodnocení formou krátkého textového komentáře.

Pro následné vyhodnocení takto získaných výsledků je vhodné využít nějakou z exaktních metod, které detailně popisuje Miklošík (2005). Tyto metody pracují na principu definování dílčích hodnotících kritérií a následném zkoumání jejich procentuálního splnění. Výsledný kvantitativní údaj je pak agregován právě z výsledků získaných pro jednotlivá hodnotící kritéria a procentuálně vyjadřuje kvalitu zkoumaného objektu.

Pro navrhovaný test uživatelské vstřícnosti to například může znamenat, že pokud by všichni uživatelé konkrétní varianty testované animované mapy odpověděli na všechny položené otázky správně a zároveň by ve druhé části testu subjektivně ohodnotili všechny zkoumané aspekty časové legendy nejlepší možnou známkou, získala by tato časová legenda ohodnocení 100 %.

Tímto způsobem by bylo možné porovnat vzájemně jednotlivé testované varianty časové legendy ve smyslu lepší × horší. Vhodným doplňkem k této relativně objektivní kvantifikační metodě testování se jeví subjektivní komentáře uživatelů k jednotlivým testovaným časovým legendám.

## 5. Závěr

Jako u mnoha jiných teoretických problémů, i v diskutované problematice se projevuje určitý trend – záležitosti, které se na první pohled mohou zdát jednoduché nebo dokonce triviální, se často po hlubší analýze výrazně zkomplikují. Této situaci odpovídá i problematika znázornění času v animovaných kartografických dílech, která se může stát velmi zajímavým intelektuálním problémem. Zde však vyvstává neostrá hranice mezi intelektuálně zajímavým a účelným. V centru zájmu kartografie by měl vždy stát uživatel, jeho reálné potřeby a jeho schopnost číst mapy.

Celý článek se pohybuje v počátečních fázích zkoumané problematiky, řeší vztah animovaného kartografického díla a času a navrhuje způsob, jak postupovat při tvorbě kvalitní časové legendy. Podrobně jsou však řešeny pouze první tři kroky v popsáném návrhu a čtvrtý krok – testování uživatelské vstřícnosti – je popsán jen stručně a teoreticky. Důvodem je fakt, že výzkum uživatelské

vstřícnosti různých časových legend nebyl dosud v potřebné šíři proveden. Autoři článku jsou si tohoto nedostatku vědomi a právě v důsledném testování časových legend v interakci s uživatelem spatřují další výzvy do budoucích let.

## Literatura:

- AGUILERA, S. (2008): *A New Perspective Universal Edition*. Artistech Book, San Francisco, 120 s.
- BERTIN, J. (1983): *Semiology of Graphics: Diagrams, Networks, Maps*. The University of Wisconsin Press, London, 415 s.
- BLÁHA, J. D. (2006): Vybrané metody kvantifikace a objektivizace hodnocení kartografických děl z hlediska estetiky a uživatelské vstřícnosti. *Aktivita v kartografii 2006*, Geografický ústav SAV, Bratislava, s. 35–47.
- BLÁHA, J. D. (2012): Kulturní aspekty kartografické tvorby: Využití mentálních map v mezikulturním výzkumu. Diplomová práce. FF UK v Praze, Praha, 138 s.
- CLAUSEWITZ, C. (1873): *On War*. N. Trübner, London, <http://www.clausewitz.com/readings/OnWar1873/TOC.htm#TOC> (20. 9. 2009).
- CLOKE, P., CRANG, P., GOODWIN, M., eds. (1999): *Introducing Human Geographies*. Arnold, London, 368 s.
- DIBIASE, D. a kol. (1992): Animation and the Role of Map Design in Scientific Visualisation. *Cartography and GIS*, 19, č. 4, s. 201–214.
- DRANSCH, D. (1997): *Computer Animation in der Kartographie. Theorie und Praxis*. Springer, Berlin, Heidelberg, 145 s.
- DUBOIS, E., HUGHES, W., LOW, L. (1998): *A Concise Theory of Combat*. Institute for Joint Warfare Analysis, Monterey, California, <http://www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?AD=ADA331950&Location=U2&doc=GetTRDoc.pdf>, 171 s. (9. 2. 2009.).
- DUŠEK, R., MÍRJOVSKÝ, J. (2009): Vizualizace prostorových dat: chaos v dimenzích. *Geografie*, 114, č. 3., s. 169–178.
- FUKUDA, H., UEDA, K. (2006): Motion induced Animacy Perception as Optimal Inference. Příspěvek na konferenci International Conference of Cognitive Science, Vancouver, <http://csjarchive.cogsci.rpi.edu/Proceedings/2006/iccs/p95.pdf>, 2 s. (22. 9. 2009).
- HOLMES, N. (1992): *Pictorial Maps*. The Herbert Press, Ltd., London, 191 s.
- JUNG, F. (2009): Animované mapy jako nástroj studia městské hromadné dopravy. *Geografie*, 114, č. 3., s. 206–217.
- KONEČNÝ, M. a kol. (2005): *Geoinformatika a kartografie: Multimediální učebnice*. Geografický ústav PřF MU, <http://oldgeogr.muni.cz/ucebnice/kartografie/obsah.php?show=11&jazyk=en>, Brno (28. 4. 2009).
- KRAAK, M. J., ORMELING, F. (2003): *Cartography: Visualization of Geospatial Data*. Prentice Hall, Harlow, England, 205 s.
- KRAAK, M. J. (2005): Timelines, temporal resolution, temporal zoom and time geography. Příspěvek na konferenci International Cartographic Conference, La Coruña, [http://icaci.org/documents/ICC\\_proceedings/ICC2005/htm/pdf/oral/TEMA26/Session%202/MENNO-JAN%20KRAAK.pdf](http://icaci.org/documents/ICC_proceedings/ICC2005/htm/pdf/oral/TEMA26/Session%202/MENNO-JAN%20KRAAK.pdf), 8 s. (19. 6. 2009).
- KRUG, S. (2006): *Don't Make Me Think! A Common Sense Approach to Web Usability*. New Riders, Berkeley, California, 204 s.
- KRYGIER, J. (1994): Sound and geographic visualization. In: Maceachren, A., Taylor, D. (eds.): *Visualization in Modern Cartography*. Pergamon, Oxford, s. 149–166.
- LANGRAN, G. (1992): *Time in Geographic Information Systems*. Taylor & Francis, London, 189 s.
- LANGRAN, G., CHRISMAN, N. (1988): A framework for temporal geographic information. *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization*, 25, č. 3, s. 1–14.
- MACEACHREN, A. (1992): Visualizing Uncertain Information. *Cartographic Perspectives*, č. 13, s. 10–19.



- MACEACHREN, A. (1994): Time as a cartographic variable. In: Hearnshaw, H. M., Unwin, D. J. (eds.): *Visualization in Geographical Information Systems*. John Wiley & Sons, Chichester, England, s. 115–130.
- MIKLOŠÍK, F. (2005): *Teorie řízení v kartografii a geoinformatice*. Praha, Karolinum, 264 s.
- MITBØ, T., CLARKE, K., FABRIKANT, S. (2007): Human Interaction with Animated Maps: The portrayal of the passage of time. *Proceedings, ScanGIS 2007*, s. 45–60.
- OSGOOD, C. E., SUICI, C. J., TANNENBAUM, P. H. (1975): *The Measurement of Meaning*. University of Illinois Press, Urbana, 346 s.
- OTT, T., SWIACZNY, F. (2001): *Time-Integrative Geographic Information Systems: Management and Analysis of Spatio-Temporal Data*. Springer, New York, 234 s.
- PETERSON, P. (1995): Active Legends For Interactive Cartographic Animation, <http://maps.unomaha.edu/AnimArt/ActiveLegend/Peterson.pdf>, 14 s. (24. 6. 2009).
- PRAVDA, J. (2003): *Mapový jazyk*. 2. doplněné vyd. Univerzita Komenského, Bratislava, 105 s.
- ROBINSON, A. H., SALE, R. D., MORRISON, J. L., MUEHRCKE, P. C. (1984): *Elements of Cartography*. John Wiley & Sons, Totonto, 544 s.
- SZEGÖ, J. (1987): *Human Cartography: Mapping the World of Man*. Swedish Council for Building Research, Stockholm, 237 s.
- ŠIKL, R. (2006): *Psychologie zrakového vnímání: vnímání pohybu*. Studijní materiál, <http://www.psu.cas.cz/~sickl/09pohyb.ppt>, 47 s. (22. 9. 2009).
- TAYLOR, F., LAURIAULT, T. (2007): Future Directions for Multimedia Cartography. In: Cartwright, W., Peterson, M., Gartner, G. (eds.): *Multimedia Cartography*. Springer, Berlin, s. 505–519.
- TURCHI, P. (2004): *Maps of the Imagination: the Writer as Cartographer*. Trinity University Press, San Antonio, Texas, 245 s.
- VÍT, L. (2010): *Znázornění času v kartografii na příkladu map historických bitev*. Diplomová práce. PřF UK v Praze, Praha, 105 s.
- VOŽENÍLEK, V. (2005): *Cartography for GIS: Geovisualization and Map Communication*. Univerzita Palackého, Olomouc, 142 s.
- WRIGHT, J. (1990): One and a half hours: Time on Little Round Top. *Gettysburg: Historical Articles of Lasting Interest*, č. 2, [http://www.mahoningvalleyewrt.com/Jim\\_Wright\\_no2.pdf](http://www.mahoningvalleyewrt.com/Jim_Wright_no2.pdf), 4 s. (18. 2. 2010).

## S u m m a r y

### REPRESENTATION OF TIME AND THE CREATION OF A TEMPORAL LEGEND IN ANIMATED CARTOGRAPHIC WORKS

This article explores in detail the possibilities for graphic representation of time in animated cartographic works and, more generally, deals with the problem of capturing time in cartography.

It begins with a discussion of the scientific potential of geography and its two inseparable elements – the spatial and the temporal. Because maps are commonly used to present the results of geographic study, they must have a means of expressing each of these two dimensions.

The temporal task of cartography is discussed later with respect to the discipline's historical development. The article also concerns itself with the contemporary trend of understanding cartography as one of the communication sciences, in which ever greater emphasis is placed on the element of communication, together with cartography's technological character. On the subject of the spread of cartographic products on the internet, the article mentions cartographic animation, the nature of which is especially suitable for expressing action on a map. Action represented by animated maps had generally played out in real time, and the image of this time is captured on a map by means of a temporal legend. The remainder of the text is devoted exclusively to approaches for properly creating this temporal legend. The proposed approach rests on the basic idea that all cartographic works requiring the presence of a temporal legend depict various events that differ in their progress through time and

are thus in many respects unique. A proper temporal legend must take into account all of these unique aspects.

First of all, a method for creating a temporal legend is proposed at a basic level. This method consists of four sequentially logical steps:

The creator of the cartographic work must consider its purpose, i.e. what the work is representing, what its expected audience is, and, above all, whether it is even necessary to create a temporal legend. This section also discusses accessibility, i.e. whether the temporal legend is to be integral to the map's interface or used merely as an optional element.

The most important step is the phase during which a concrete conception of the temporal legend arises. Here the creator of the cartographic work must focus on the represented event, specifically on its progression through space and time. It is important to consider the specificity of the represented event, i.e. what are its characteristics, whether its movement through time is regular or irregular, etc. The result of this step is thus a set of attributes that the temporal legend must convey to the reader, as well as a set of graphic devices capable of achieving this.

In this creative phase, the author of the cartographic work determines the concrete visual form of the temporal legend. It is very important to maintain unity between the graphic style of the temporal legend and the style employed within the confines of the map itself. The cartographic work as a whole must have a readily visible integrity from the standpoint of color and other expressive devices. The result of the third step is thus a completed temporal legend.

The final step entails an analysis of the created temporal legend's "user-friendliness". This step is especially important in the event that the previous three steps have resulted in several conceptually dissimilar temporal legends. The task of the fourth step is to choose the one that is most suitable from the user's point of view, i.e. the legend the user will be able to work with most easily and effectively. An essential requirement of this step is the interaction with a sample of future users. A single prescribed system for comparing temporal legends shouldn't be established for all sample users. A suitable method of evaluation would involve the establishment of discrete evaluative criteria carrying specific values and a subsequent analysis of the degree to which each tested temporal legend meets those criteria.

In the second half of the article, the aforementioned method is applied to a case study which examines a proposed temporal legend for animated maps depicting historic battles. The authors begin by stating that a temporal legend is necessary for the group of cartographic works in question, since a battle always takes place over time and the reader of such cartographic work must be informed about its chronological progression. It is also useful to think of the temporal legend as an element of the map's interface, that is, to include it as an ever-present, rather than merely optional, component.

The authors then turn their attention to a battle's temporo-spatial progression. A battle is described as a non-cyclic phenomenon that is uneven with respect to time (periods of much activity vs. periods of relative passivity, of waiting, etc.). From a user's point of view it is therefore desirable to accelerate time at certain points (so that the map's reader doesn't become bored during uneventful periods) and to decelerate it at others. The authors use the term "rate of time" to describe this function and they suggest various means of expressing it graphically. Another characteristic of battles is referred to as "white patches in time". These are stretches of time in which it is known that an event occurred, although the precise time is not known. Methods are then proposed for representing these "white patches" graphically. A final specific characteristic of battle situations that is discussed is their complexity. It is possible to view a battle with varying degrees of detail (e.g. the small-scale representation of the entire battle vs. the more detailed analysis of a particular offensive). A more detailed spatial representation might entail a more detailed representation of time. The authors discuss a form of interactive map that enables the user to display various levels of detail of a given battle and navigate amongst them. Such changes in detail necessarily entail changes in a temporal legend's visual aspect that will accompany transitions between various scales. One example presented by the text suggests a method that exploits the possibilities of perspective.

The authors conclude the paper by observing that this subject has until now received little attention. This article proposes a general approach to creating quality temporal legends and, with the use the case study of animated maps of historical battles, it demonstrates the

initial steps of this approach in practice. What remains is the completion of this process, most importantly a detailed analysis of the ease with which users are able to employ individual, conceptually diverse temporal legends. Future researchers would do well to consider addressing this question.

- Fig. 1 – Alphanumeric temporal legend. Time is represented numerically or by means of a textual description.
- Fig. 2 – Temporal axis. Time is represented by the respective position of a movable “cursor” (grey triangle). As the passage of time is best depicted by the means most culturally appropriate to a prospective user (Bláha 2012), for Western users, it is best to represent time as moving from left to right and in an upward direction – the direction most common within this “human geographic” framework (Szegő 1987).
- Fig. 3 – The representation of the rate at which time passes by varying the speed of the cursor’s movement. On November 17 the rate of time is slower than on other days (the speed of Rider  $v_1$  is lower than that of Rider  $v_2$ ).
- Fig. 4 – The expression of rate of time by changes in the visible length of a time unit. On November 17 the rate of time is lower than on other days (the graphic unit for this day is longer and it thus takes the cursor longer to reach the end).
- Fig. 5 – The expression of rate of time as a quantitative value. The length of the arrow indicates the rate of time at a given moment. Thus on November 17 time is represented in greater detail (it progresses at a lower speed) than on November 18.
- Fig. 6 – The representation of rate of time by means of a table. From left: lower speed, standard speed, accelerated speed.
- Fig. 7 – The expression of temporal uncertainty on a chronological axis by the means of graphic muting (a change in shading). Temporal uncertainty is represented for December 13. The temporal legend informs the map reader that it is not known precisely when the event represented within the framework of this day actually occurred.
- Fig. 8 – The expression of temporal uncertainty for December 13 on the temporal axis via a graph.
- Fig. 9 – Various expressions of temporal uncertainty in an alphanumeric temporal legend.
- Fig. 10 – The representation of temporal uncertainty with the help of an independent cartographic symbol (left). The cartographic symbols displayed indicate the following: it is not known precisely when the encounter between the “colored” and “cross-hatched” units occurred. Another way is shown on the right side – an area symbol which defines space of temporal uncertainty.
- Fig. 11 – A temporal legend for multiple event lines expressed by means of unicentral perspective (Aguilera 2008). An example of the hypothetical case in which the reader of a map chooses a more detailed representation of events that occurred on December 12. With a larger time scale comes the possibility of more detailed time units (a shift from the original units representing single days to units representing four hours). Such a change in time units from larger to smaller is known as “temporal decomposition” (Ott, Swiaczny 2001).

*Pracoviště autorů: L. Vít: TERRA-KLUB o. p. s., Americká 5, 120 00 Praha 2; e-mail: vit.l@seznam.cz. J. D. Bláha: Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, Přírodovědecká fakulta, katedra geografie, České mládeže 8, 400 96 Ústí nad Labem; e-mail: jd@jackdaniel.cz.*

*Do redakce došlo 19. 8. 2011; do tisku bylo přijato 23. 11. 2012.*

#### **Citační vzor:**

VÍT, L., BLÁHA, J. D. (2013): Znázornění času a tvorba časové legendy v animovaných kartografických dílech. *Geografie*, 118, č. 1, s. 40–58.