

**UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE**

**Přírodovědecká fakulta**

Katedra aplikované geoinformatiky a kartografie

Studijní program: Geografie

Studijní obor: Geografie a kartografie



**TVORBA ANIMACE BITVY ZE STARÝCH  
MAPOVÝCH PODKLADŮ V PROSTŘEDÍ GIS**

**CREATING AN ANIMATION OF BATTLE FROM OLD  
MAPS IN GIS**

Bakalářská práce

**Jakub Báča**

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Miroslav Čábelka

Praha 2016

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 16. 5. 2016

.....

Jakub Báča

## **Poděkování**

Rád bych tímto poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Miroslavu Čábelkovi za věnovaný čas, cenné rady a připomínky. Dále bych chtěl poděkovat pracovníkům Mapové Sbírký Univerzity Karlovy za poskytnutí podkladových map.

# **Tvorba animace bitvy ze starých mapových podkladů v prostředí GIS**

## **Abstrakt**

Bakalářská práce se zabývá možnostmi tvorby animace bitvy v prostředí GIS. V úvodu teoretické části je rozebrán vztah času a kartografie včetně hlavních metod jeho znázornění v mapách, problematika kartografických animací a jejich tvorba ve vybraných GIS softwarech. Následně je přiblížena obecná problematika bitevních map a je proveden podrobný rozbor bitvy u Chotusic a starých podkladových map.

V praktické části je na základě získaných poznatků stanoven a rozpracován odpovídající metodický postup tvorby animace bitvy ze starých podkladových map v prostředí ArcMap a QGIS. Výstupem jsou pak dvě animace bitvy u Chotusic, na nichž jsou srovnány možnosti, výhody a nevýhody obou použitých softwarů. Na závěr je určeno a odůvodněno, který z těchto softwarů je pro tvorbu animací bitev vhodnější.

**Klíčová slova:** animace, animace bitvy, staré mapy, Open GIS, QGIS, ArcMap

## **Creating an animation of battle from old maps in GIS**

### **Abstract**

The bachelor thesis is focused on options of creating animation of battle in GIS. At the beginning of theoretical part is analysis of relation between time and cartography, including main methods of its visualization in maps, issues of cartographic animations and its creation in specific GIS software. Next part explains issues of battle maps and analyses the battle at Chotusice and old basemaps.

In practical part, there is established methodic procedure of creating animation of battle from old basemaps in ArcMap and QGIS. The results are two animations of battle at Chotusice which are used to compare options, advantage and disadvantage of both used softwares. At the end is told and explain which of these software is better for creating animation of battle.

**Keywords:** animation, animation of battles, old maps, Open GIS, QGIS, ArcMap

## Obsah

Seznam obrázků .....	7
Přehled použitých zkratk.....	9
1. Úvod.....	10
2. Cíle práce .....	11
3. Čas v tematické kartografii .....	12
3.1 Základní pojmy .....	12
3.2 Metody znázornění času v mapách .....	15
4. Kartografické animace .....	17
4.1 Typy kartografických animací .....	17
4.2 Způsoby tvorby kartografických animací .....	19
5. Temporal GIS .....	25
5.1 Animace v ArcMap 10.2 .....	25
5.2 Animace v QGIS .....	27
6. Mapy bitev .....	30
6.1 Charakteristiky bitevních map .....	30
6.2 Druhy bitevních map.....	31
7. Bitva u Chotusic 1742.....	33
7.1 Situace před bitvou.....	33
7.2 Průběh bitvy .....	34
7.3 Důsledky bitvy .....	35
7.4 Podkladové mapy .....	36
8. Metodika tvorby animace bitvy v prostředí GIS .....	39
8.1 Příprava podkladových dat.....	39
8.2 Tvorba animace bitvy.....	39
8.3 Dokončení animace.....	40

9. Příprava podkladových dat .....	41
9.1 Studium bitvy .....	41
9.2 Georeferencování podkladových map.....	42
9.3 Tvorba topografického podkladu .....	46
10. Animace bitvy v ArcMap .....	49
10.1 Znakový klíč.....	49
10.2 Pohybová animace .....	50
10.3 Změna viditelnosti.....	54
10.4 Změna symboliky.....	55
11. Animace bitvy v QGIS .....	58
11.1 Znakový klíč.....	58
11.2 Pohybová animace .....	59
11.3 Změna viditelnosti.....	63
11.4 Změna symboliky.....	65
12. Finalizace animace.....	68
12.1 Kompoziční prvky v ArcMap .....	68
12.2 Kompoziční prvky v QGIS .....	70
12.3 Export animací .....	72
13. Diskuze a srovnání animací .....	74
14. Závěr .....	77
15. Seznam literatury .....	78
16. Seznam příloh .....	82

## Seznam obrázků

Obr. 1: Diagram volby animace.....	19
Obr. 2: Pracovní prostředí specializovaného softwaru v ArcGIS.....	20
Obr. 3: Pracovní prostředí skriptovacího jazyka v AGIS .....	20
Obr. 4: Pracovní prostředí Temporal GIS.....	21
Obr. 5: Struktura programovacího jazyka KML.....	22
Obr. 6: Funkce Time Slider v ArcGIS Online .....	22
Obr. 7: Pracovní prostředí Adobe Flash .....	23
Obr. 8: Animační skript v prostředí SVG .....	24
Obr. 9: Nástroj Animation .....	25
Obr. 10: Záložka Time ve vlastnostech vrstvy .....	26
Obr. 11: Posuvník času .....	27
Obr. 12: Modul Time Manager.....	28
Obr. 13: Dialogové okno modulu Time Manager.....	29
Obr. 14: Srovnání podkladové mapy s mapou I. vojenského mapování .....	37
Obr. 15: Rozsah zájmového území .....	43
Obr. 16: Rozmístění identických bodů .....	45
Obr. 17: Transformovaná podkladová mapa .....	46
Obr. 18: Tematický znakový klíč v ArcMap .....	50
Obr. 19: Atributová tabulka animované vrstvy .....	50
Obr. 20: Atributová tabulka s časovými údaji .....	51
Obr. 21: Záložka Time.....	52
Obr. 22: Aktivní posuvník času .....	53

Obr. 23: Pohybová animace v prostředí ArcMap .....	53
Obr. 24: Atributová tabulka .....	54
Obr. 25: Animace změny viditelnosti v prostředí ArcMap.....	55
Obr. 26: Atributové tabulky pro obě vrstvy.....	56
Obr. 27: Animace změny viditelnosti v prostředí ArcMap.....	57
Obr. 28: Tematický znakový klíč v QGIS .....	59
Obr. 29: Atributová tabulka se sloupcem timestamp.....	59
Obr. 30: Atributová tabulka s časovými hodnotami .....	60
Obr. 31: Dialogové okno Settings.....	61
Obr. 32: Nahrání animované vrstvy do modulu .....	62
Obr. 33: Pohybová animace v prostředí QGIS .....	63
Obr. 34: Atributová tabulka .....	64
Obr. 35: Animace změny viditelnosti v prostředí QGIS.....	65
Obr. 36: Atributové tabulky pro obě vrstvy s časovými údaji.....	66
Obr. 37: Animace změny symboliky v prostředí QGIS.....	67
Obr. 38: Legenda mapy v prostředí ArcMap .....	69
Obr. 39: Legenda mapy v prostředí QGIS .....	71



## **Přehled použitých zkratek**

AVI	Audio Video Interleave
BMP	Windows Bitmap
ČSN	Česká technická norma, neoficiálně Česká soustava norem
ČÚZK	Český úřad zeměměřický a katastrální
GIF	Graphics Interchange Format
GIS	Geographic Information System
GPS	Global Positioning System
IB	Identický bod
ICA	International Cartographic Association
JPEG	Joint Photographic Experts Group
KML	Keyhole Markup Language
NATO	North Atlantic Treaty Organization
S-JTSK	System jednotné trigonometrické sítě katastrální
SVG	Scalable Vector Graphics
SWF	Shockwave Flash
TIFF	Tag Image File Format
WMS	Webová mapová služba
ZABAGED	Základní báze geografických dat
ZM10	Základní mapa 1 : 10 000

# 1. Úvod

Rychlý rozvoj informačních technologií zasáhl v posledních letech všechna odvětví lidské činnosti, kartografii nevyjímaje. Ta se v jeho důsledku postupně přeorientovala z klasické ruční tvorby map na nové metody digitální kartografie, což vedlo nejen k otevření nových možností a zjednodušení tvorby map, ale i k jejímu částečnému přesunu do rukou laiků. Autorem mapy tak může být každý, kdo má potřebné znalosti a ovládá daný software. Díky tomuto rozvoji se objevila otázka, zda a jak je možné zapojit do současných kartografických děl tzv. čtvrtý rozměr, kterým je čas v rámci časoprostorového kontinua.

Čas byl v mapách vždy přítomen v určité podobě, ale až nástup nových technologií umožnil zapojit tuto veličinu přímo do děje v mapovém poli a znázornit tak jeho dynamický průběh. K tomuto účelu se nejčastěji využívá kartografických animací, které spolu s ostatními dynamickými prostředky umožňují vytvářet tzv. digitální kartoprodukty. Tento pojem v sobě zahrnuje dynamické, multimediální a interaktivní mapy, atlasy, mapové servery a virtuální scény (Voženílek, 1999). Všechny tyto kartoprodukty jsou dnes hojné a uživatelsky oblíbené, avšak i zde se vyskytuje zájmová oblast, která doposud není příliš prozkoumána a popsána.

Tou oblastí je tvorba kartografických animací v prostředí GIS, ať již se jedná o komerční či volně dostupné GIS softwary. Ty nejsou v současnosti příliš využívány, což je dáno především existencí jednodušších způsobů a programů pro vytváření animací. Avšak i přes větší uživatelskou náročnost jsou schopnosti GIS v oblasti animací a kartoproduktů rozsáhlé. Cílem práce je prozkoumat možnosti využití GIS softwarů pro vytváření digitálních kartoproduktů, konkrétně pro tvorbu animací bitev.

## **2. Cíle práce**

Hlavním cílem této práce je prozkoumat a analyzovat možnosti využití GIS softwarů z hlediska tvorby kartografických animací. Skupinu komerčních GIS zastupuje software ArcMap, skupinu Open GIS naopak program QGIS. Získané poznatky z obou těchto prostředí budou následně aplikovány na návržení metodického postupu pro tvorbu animace bitvy, jejímž hlavním podkladem bude vybraný soubor starých map z fondu Mapové sbírky Univerzity Karlovy v Praze. Praktickým výstupem budou dva kartoprodukty znázorňující vybranou bitvu. Na jejich základě pak budou porovnány výhody a nevýhody obou softwarů a bude určeno, který z nich je pro tvorbu kartografických animací vhodnější.

Vedlejším cílem práce je představení současného stavu řešeného tématu, popis obecné problematiky znázornění času v mapách a následný rozbor problematiky kartografických animací včetně uvedení hlavních metod jejich tvorby.

### 3. Čas v tematické kartografii

Kartografie má jako každá vědní disciplína řadu různých definic, které se měnily a vyvíjely v průběhu času a rozvoje lidského poznání. Pro účely této práce postačí následující definice: „*Kartografie je vědní obor zabývající se znázorněním zemského povrchu a nebeských těles a objektů, jevů na nich a jejich vztahů ve formě kartografického díla a dále soubor činností při zpracování a využívání map*“ (ČSN 73 0406 Názvosloví kartografie, 1984). Z jejího znění je patrné, že hlavním cílem kartografie je zachytit a dostupnými grafickými prostředky znázornit vztahy mezi objekty v rámci prostoru.

Prostor je obecně považován za dvourozměrný či trojrozměrný, tj. určují se zde maximálně tři základní rozměry. Dva z těchto rozměrů udávají polohu, kterou lze jednoduše vyjádřit pomocí pravoúhlých souřadnic či jiných souřadnicových systémů v rámci roviny papíru či monitoru. S vyjádřením třetího rozměru, kterým je nadmořská výška, je situace o poznání komplikovanější. V současnosti se využívá řada různých metod, od historických metod kopečků a šraf přes kótované body a vrstevnice až po digitální 3D modely terénu. Tyto tři základní rozměry je tak v dnešní době možné určit na většině map.

Avšak existuje i čtvrtý rozměr, kterým je čas. V zásadě se dá říci, že čas byl v určité podobě vždy součástí kartografických děl – ať již se jednalo o datum vyhotovení díla či o časové vymezení tematického obsahu mapy. Ale až dnešní technologie umožnily přímo propojit čas s obsahem mapového pole a znázornit obsahové změny v průběhu děje.

#### 3.1 Základní pojmy

Před samotným popisem vztahu a znázornění času v mapách a problematikou kartografických animací je vhodné si nejdříve představit a vysvětlit některé základní pojmy, na nichž bude následující text stavět. Jedná se hlavně o pojmy čas, děj, tematická kartografie a tematické mapy.

## Čas

Jednotná definice pojmu čas stále neexistuje, neboť jeho vnímání a chápání se liší jak mezioborově, tak i člověk od člověka. V rámci vědeckého prostředí a terminologie je čas definován jako základní fyzikální veličina, sloužící k měření postupného sledu událostí v rámci časoprostoru (Čapek, 1997). Jedná se o lineární jev s neměnnou rychlostí, který je možno měřit. Přesto však může každý jedinec vnímat čas zcela odlišně. Například při prožívání nepříjemných okamžiků se nám může zdát, že čas plyne mnohem pomaleji než obvykle (Brašnová, 2012).

## Děj

Pod pojmem děj se skrývá událost či sled událostí, které probíhají na konkrétním místě v určitém čase. V rámci dnešní kartografie se tento termín užívá nejčastěji ve spojení s dynamickými mapami a myšlenkou, že tyto mapy vypráví příběh (Vít, 2010).

## Dynamický jev

Jako dynamický jev lze definovat každý jev, u něhož v průběhu času dochází ke změnám v poloze, velikost, vlastnostech nebo prostorových vztahů. V tomto případě je dynamický jev úzce provázán s digitální kartografií, v rámci níž je vyjadřován pomocí dynamických proměnných kartografických znaků. Mezi dynamické proměnné patří následující parametry (Vít, 2010):

- velikost (změna velikosti v čase),
- tvar (změna tvaru v čase),
- pozice (změna pozice jako následek pohybu objektů),
- rychlost (rychlost pohybu, resp. rychlost změny znázorňované problematiky),
- pohled (umístění „oka pozorovatele“ nebo „kamery“),
- vzdálenost (vzdálenost pozorovatele od pozorované scény, někdy může být interpretována jako měřítko),

- scéna (různé efekty při přechodu mezi jednotlivými scénami),
- textura, vzorek, stín, barva a jejich změny v čase.

### **Tematická kartografie**

Tematická kartografie je opět definována několika odlišnými způsoby. Jedna z definic udává, že se jedná o dílčí oblast obecné kartografie, jejímž hlavním cílem je studium metod znázorňování tematického obsahu a tvorba tematických map (Čapek, Mikšovský, Mucha, 1992). Naopak Voženílek (1999) uvádí, že Britská kartografická společnost ji označuje za vědu, techniku a umění tvorby tematických map včetně jejich studia jako vědeckých dokumentů a uměleckých výtvorů. Hlavním identifikačním znakem je pak to, že řeší konkrétně vymezený tematický obsah a jejím výstupem jsou tematické mapy.

### **Tematické mapy**

K vysvětlení tohoto pojmu uvádí Voženílek (1999) definici Mezinárodní kartografické asociace (ICA), podle níž je tematickou mapou ta mapa, jejímž hlavním obsahem je znázornění libovolných přírodních a socioekonomických jevů včetně jejich vzájemných vztahů. Z hlediska obsahu tak vyjadřuje konkrétní tematický obsah na topografickém podkladě. Tematická náplň, měřítko i rozsah mohou být zcela libovolné. Tematické mapy je pak možné klasifikovat dle různých hledisek, např. vzniku, účelu, koncepce aj. V případě této práce je podstatné členění dle časového aspektu (Voženílek, 1999):

- statické mapy – vyjadřující stav mapovaného jevu k určitému datu nebo k určitému okamžiku,
- dynamické mapy – vyjadřující změnu stavu mapovaného jevu v čase,
- genetické mapy – vyjadřující vznik a vývoj jevu v čase i prostoru za určité období,
- retrospektivní mapy – vyjadřují rekonstrukci stavu objektů nebo jevů v minulosti,
- prognostické mapy – vyjadřují odhad vývoje jevu v budoucnosti.

Od tohoto dělení se pak odvíjí možnosti a metody vyjádření děje a času v tematické mapě, které jsou rozebrány v následující kapitole.

### **3.2 Metody znázornění času v mapách**

Pro vyjádření děje a času v tematických mapách existuje řada různých metod, které se odvíjí od zobrazovaného tématu, vztahu času k ději a typu mapy dle časového hlediska. Zásadní je pak výsledná podoba mapy, která je dle Kaňoka (2007) následující:

- statická (např. mapa či více map stejného území s proměnou jevu v čase),
- dynamická (např. animovaná mapa ve 2D či 3D).

Na základě výsledné podoby mapy se metody znázornění času rozlišují na statické a dynamické.

Statické metody znázorňují čas různými způsoby a jsou užívány u map s neměnným obsahem mapového pole. Základní rozdělení spočívá v umístění grafického znázornění dynamických jevů v rámci mapového pole (Štěrba, 2010):

- mimo mapu,
- vně mapy i do mapy,
- jen do mapy.

Grafickými výsledky vloženými mimo mapu bývají nejčastěji schémata či grafy, znázorňující závislost dvou proměnných – času a jevu (Kaňok, 2007). Diagramy a kartodiagramy jsou vhodnou doplňkovou informací mapy, díky čemuž mohou být vloženy jak mimo, tak i přímo do mapového pole. Poslední způsob vložení přímo do mapy zahrnuje znázornění dynamických jevů v podobě kartografických znaků.

Do statických metod jsou zařazovány nadstavbové kompoziční prvky mapy (schémata, tabulky, grafy, diagramy) a metody bodových, liniových a plošných znaků, kartodiagramů, teček, kartogramů, izolinií, kartografické anamorfózy a sekvence map (Brašnová, 2012).

Dynamické metody nacházejí uplatnění v případě, že v mapě dochází v průběhu času ke změně tematického obsahu, tj. mapové pole je překreslováno. Zásadní je zde

skutečnost, že se vždy jedná o mapy v digitální podobě, neboť pouze u nich je možné v průběhu času upravovat či měnit samotný obsah mapového pole. K zobrazení časových údajů je využíváno alfanumerického vyjádření, časové osy či zvuku. Samotné dynamické jevy a jejich změny v čase jsou pak ve většině případů znázorněny pomocí kartografických animací.

S výše uvedenými metodami souvisí i skutečnost, zda má čas vztah k dějové složce (Vít, 2010). Pokud vztah nemá, je tematická náplň mapy vztažena pouze k jednomu okamžiku a k jejímu vyjádření je vhodné použít např. metod izochron či bodových a číslcových znaků. Pokud zde však vztah času k ději je, je vhodné k vyjádření tematické náplně využít např. sekvence map, pohybových liniiových znaků či kartografických animací.



## 4. Kartografické animace

Kartografické animace jsou vizualizace změn či průběhu dynamických jevů u jednotlivých kartografických znaků v mapovém poli, jejichž výsledkem je pak tzv. animovaná mapa (Vít, 2010). Stejně jako čas mají i animace více definic a svoji vlastní problematiku, na kterou se podrobně zaměřuje následující text.

### 4.1 Typy kartografických animací

Slovo animace pochází z latinského *animare*, což v překladu znamená „přivést k životu“ (Brašnová, 2012, str. 33). Definic opět existuje celá řada, v obecném povědomí je slovo animace definováno jako „způsob vytváření zdánlivě se pohybujících věcí“ (Wikipedie, 2016), zatímco kupříkladu v dokumentaci firmy ESRI je pod pojmem animace uvedena „vizualizace změn vlastností objektu nebo skupiny objektů“ (Vít, 2009, str. 2). I přes určité odlišnosti ve znění definic je však jejich hlavní náplň totožná – jedná se o obecné znázornění změn dynamického jevu v čase.

Základní princip animace spočívá ve využití nedokonalosti lidského oka. Pokud je totiž za sebou jdoucí sled obrázků přehrán v určité rychlosti, vnímá oko pozorovatele přehraný sled jako pohyb (Sadílek, 2012). Jeho plynulost se odvíjí od počtu snímků za danou časovou jednotku, který se nejčastěji vyjadřuje pomocí hodnoty fps (frame per second). S vyšším počtem snímků se zlepšuje celková plynulost animace, přičemž pro použití v digitální kartografii je obecně doporučována hodnota minimálně 24 fps (Kobben, Yaman, 1995).

V rámci geografie a kartografie můžeme pojem animace nahradit odbornějším označením kartografická animace. Rozdíl oproti obecné animaci spočívá především v tom, že se jedná o vizualizaci změn dynamického jevu přímo v mapovém poli. Z hlediska členění rozlišujeme dvě základní kategorie kartografických animací – časové a nečasové animace (Vít, 2010). U časových animací dochází ke změně jevu v závislosti na čase, zatímco u nečasových animací probíhají změny jevu v důsledku jiných faktorů než je čas. V rámci této práce budou dále řešeny pouze časové animace.

Z uvedených informací je patrné, že se kartografické animace vyskytují pouze u dynamických map v digitální podobě. S tím souvisí i jejich historie, která se datuje do

období 60. let. V této době byly již prováděny první pokusy, avšak vzhledem k technologické náročnosti nebyly příliš úspěšné. Významnější využívání nastalo až během 80. let, kdy došlo ke značnému rozvoji počítačové kartografie (Lobben, 2003). V současnosti mají animace široké využití, od laické veřejnosti (např. animace předpovědi počasí) až po vědeckou činnost.

Základní dělení kartografických animací spočívá v možnostech jejich interaktivity. Rozlišovány jsou fixní (presentation) a interaktivní (interactive) animace.

O fixních animacích hovoříme v případě, že uživatel animaci pouze sleduje a nemá žádnou možnost ovlivňovat její průběh. Jedinými jeho zásahy je případné pozastavení či změna rychlosti přehrávání. Patří sem například animace ve formátu GIF (Graphic Interchange Format) či AVI (Audio Video Interleave), jejichž výhoda spočívá především v možnosti přehrávání na jakémkoliv zařízení, které tyto formáty podporuje (Brašnová, 2012). S těmito animacemi se setkáváme prakticky každý den a jedná se např. o meteorologické předpovědi.

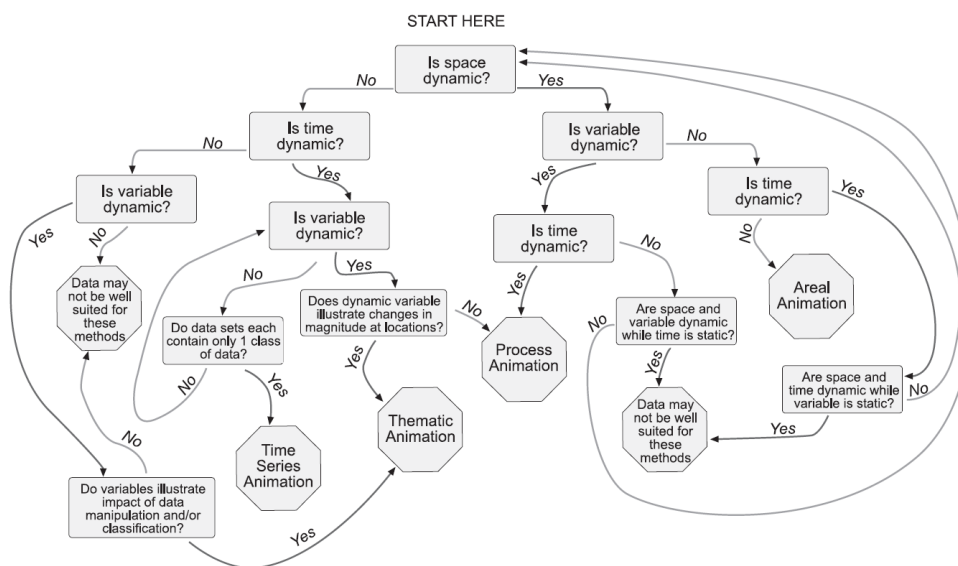
Naopak interaktivní animace může uživatel přímo ovlivňovat, jak z hlediska přehrávání, tak i z hlediska přehrávaného obsahu. Lze tak např. měnit měřítko, pootáčet či vybírat vizualizovaná data (Lobben, 2003). Do kategorie interaktivních animací spadají např. animace na webu či vytvořené a prezentované v odborném softwaru.

Kartografické animace jsou dále rozlišovány podle toho, který tří základních atributů (čas, prostor a proměnná) se v jejím průběhu mění. Lobben (2003) ve své studii rozeznává následující kategorie:

- časové série (timeseries),
- plošné (areal),
- tematické (thematic),
- průběžné (process).

U časových sérií je hlavním dynamickým prvkem čas. Naopak plošné animace mají proměnlivý atribut prostoru, zatímco u tematických animací je dynamický čas i proměnná. Průběžné animace pak mají proměnlivé všechny tři atributy, tj. čas, prostor i proměnnou.

Konkrétní typ použité animace se volí převážně na základě vstupních dynamických dat. Existuje však i specializovaný diagram, který uživateli pomocí několika otázek o attributech a vstupních datech pomůže určit nejvhodnější typ animace. V příloženém obr. 1 je zachycen celý diagram.

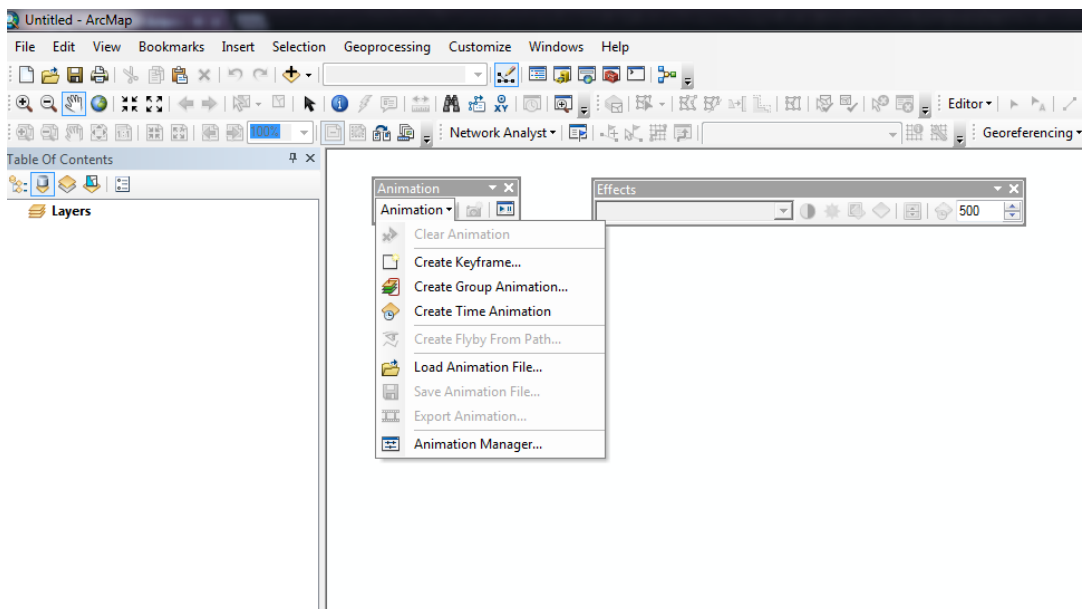


Obr. 1: Diagram volby animace (zdroj: Lobben, 2003)

## 4.2 Způsoby tvorby kartografických animací

Kvalitní kartografické animace lze dnes vytvářet v řadě odlišných softwarů, které se odlišují způsobem tvorby. Jedná se buď o interaktivní tvorbu ve specializovaném softwaru nebo o vytváření animací pomocí skriptovacího jazyka.

Nejčastěji bývá využívána první možnost, u níž je práce zjednodušena řadou ovládacích prvků. Naopak skriptovací jazyk je mnohem komplikovanější a jeho využití není tak časté (Vít, 2009). Příkladem specializovaného softwaru je např. ArcGIS, zatímco představitelem skriptovacího jazyka je např. AGIS for Windows. Ukázky vzhledu obou prostředí jsou uvedeny níže na obr. 2 a obr. 3.



*Obr. 2: Pracovní prostředí specializovaného softwaru v ArcGIS (zdroj: autor)*

```

bitblt()           // set bitblt display update mode
randomize()        // randomize the random number generator
message(AGIS script demonstration - randomly wandering albatross. Does 250
frames.)
variables($mlong,$mlat,$mdir)
variables($speed,$direction,$rotation)
variables($maxspeed,$maxrotation)
variables($count,$phase,$stop,$bottom,$left,$right)
variables($numpoints,$varscale)

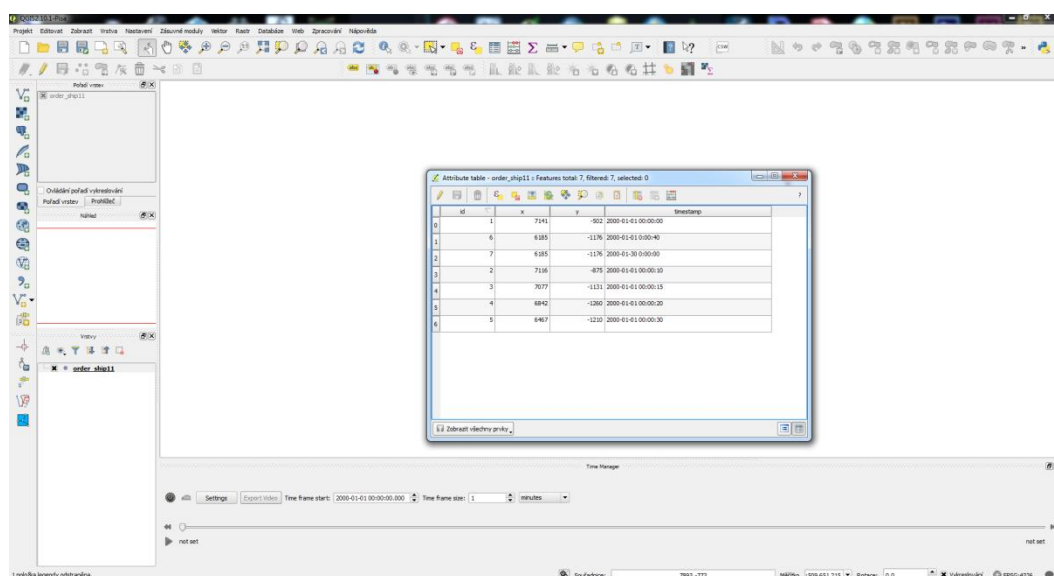
// initialise variables
$varscale=20000000 // scale 1:20000000
  
```

*Obr. 3: Pracovní prostředí skriptovacího jazyka v AGIS (zdroj: Vít, 2009)*

Softwarý pro tvorby kartografických animací je možné rozlišovat i podle dalších hledisek, z nichž nejvýhodnější je dělení podle typu použitého softwaru. Zde existují čtyři základní kategorie – Temporal GIS, webové mapové aplikace, vektorová grafika a skriptovací jazyky.

První možností je tvorba animací v geografických informačních systémech, konkrétně v tzv. Temporal GIS. Tímto pojmem je označován GIS, který umí pracovat s čtvrtou dimenzí, tj. časem (Vít, 2009). Patří sem dnes nepoužívanější komerční

(ArcGIS) a open (QGIS, GrassGIS) GIS softwary, které nabízí odpovídající nástroje pro tvorbu a úpravu animací. Princip animací v Temporal GIS spočívá v tom, že dynamická data ve své atributové tabulce obsahují údaje o čase v příslušném rozlišení (od roků až po sekundy). Nejčastěji se jedná o časové hodnoty začátku a konce animace. Následně se pomocí odpovídajících nástrojů nastaví podrobnosti animace (začátek, konec, krok animace apod.), doplní se kompoziční prvky a nakonec se výsledná animace vyexportuje do vhodného formátu. Tyto softwary se pro animace příliš nepoužívají, především kvůli omezeným možnostem nástrojů, komplikovanému exportu a možnosti vytváření pouze fixních animací.



Obr. 4: Pracovní prostředí Temporal GIS (zdroj: autor)

Druhou možností je použití webových mapových aplikací, z nichž lze jmenovat asi dvě nejznámější – Google Earth a ArcGIS Online. Google Earth využívá vlastního programovacího jazyka a formátu KML, který využívá elementů pracujících s časovou složkou, vzniklou na základě informací ze vstupních dat. Opět se jedná o nastavení začátku a konce animace či o určení časového úseku. Po nahrání hotového KML do aplikace se objeví interaktivní časová osa, na níž lze případně upravit některé parametry animace (rychlost, přiblížení, časové pásmo apod.). Velkou výhodou je možnost měnit v průběhu animací úhly pohledu. Obecně tato aplikace zažívá nárůst obliby a využívání.

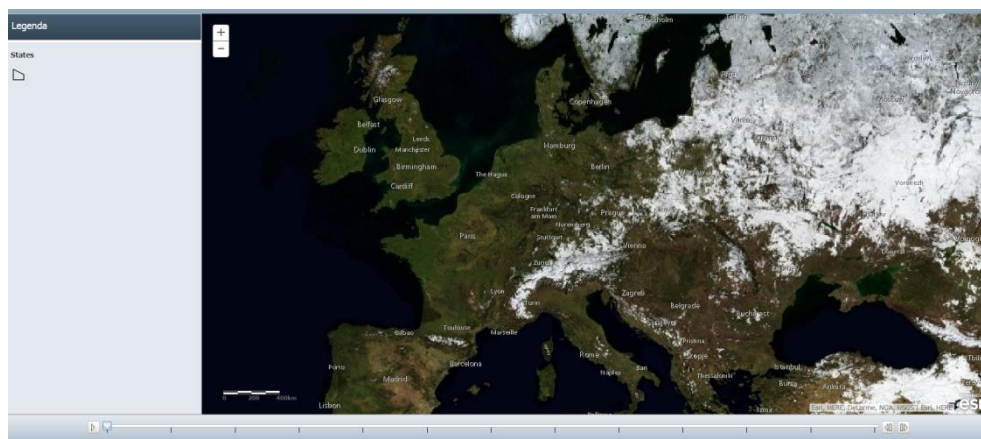
```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<kml xmlns="http://www.opengis.net/kml/2.2"
xmlns:gx="http://www.google.com/kml/ext/2.2">
<Document>
  <name>Sídla</name>
  <Placemark>
    <name>Babice</name>
    <description>Popis sídla Babice</description>
    <Point>
      <coordinates>12.782229,49.608342,0</coordinates>
    </Point>
  </Placemark>
</Document>
</kml>

```

*Obr. 5: Struktura programovacího jazyka KML (zdroj: Brašnová, 2012)*

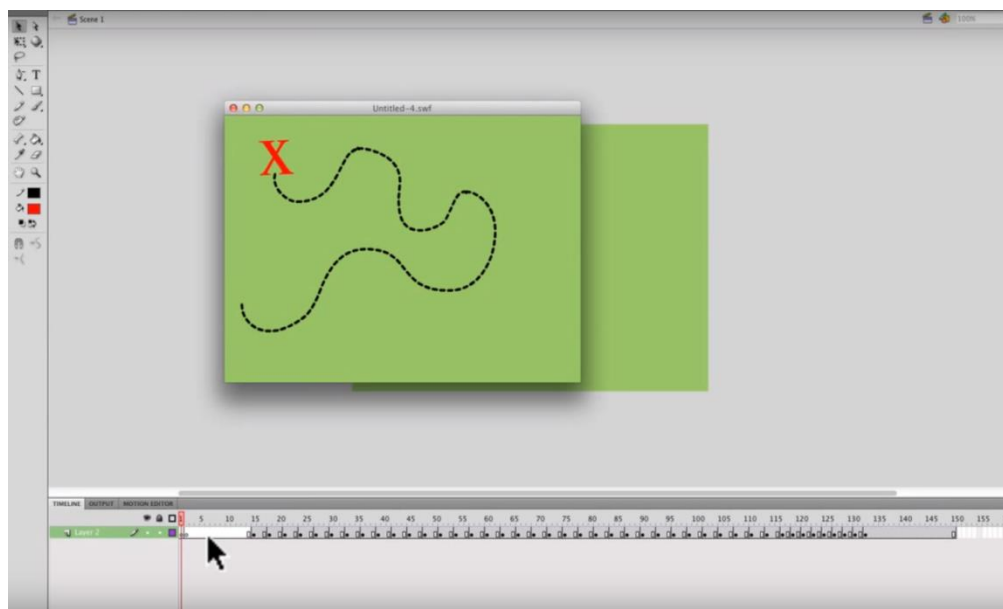
ArcGIS Online je v zásadě webovou variantou klasického ArcGIS, přičemž v prostředí webu poskytuje možnosti tvorby statických či interaktivních map a aplikací, publikaci mapových a geoprocessingových služeb a jejich ukládání. Vytváření kartografických animací a dynamických jevů je velmi podobné desktopové aplikaci ArcMap, kdy atributová tabulka daného prvku obsahuje časové údaje. Pro samotné animace se pak využívá funkce Time Slider a zabudovaného posuvníku času.



*Obr. 6: Funkce Time Slider v ArcGIS Online (zdroj: autor)*

Třetí možností je tvorba animací pomocí vektorové grafiky. Nejznámějším zástupcem této kategorie je Adobe Flash. Jeho animace fungují na principu sledu za

sebou jdoucích obrázků v dostatečné frekvenci, kdy jsou určeny atributy u tzv. klíčových snímků. U zbylých snímků pak dojde na základě klíčových snímků k automatickému dopočítání atributů, čímž vznikne plynulý přechod. Výhodou je jednoduchost tvorby animací a malá velikost formátu SWF, ovšem značnou nevýhodou je možnost tvorby pouze v konkrétních komerčních softwarech Adobe.



*Obr. 7: Pracovní prostředí Adobe Flash (zdroj: autor)*

Poslední možností jsou skriptovací jazyky, které zastupuje program SVG. Velkou výhodou je jeho dostupnost, jelikož k úpravám stačí pouze textový editor. Animace se tvoří podobně jako v předchozích příkladech, kdy jsou pro dané dynamické objekty určeny klíčové stavy a mezistavy se opět dopočítají při vykreslování animace. Další možností je pak tvořit animace pomocí skriptování a zadávání příkazů. Velkou výhodou je široká podpora tohoto formátu a možnost tvořit interaktivní animace.

```
SVG
<circle id="my-circle" r="30" cx="50" cy="50" fill="orange" />

<animate
  xlink:href="#my-circle"
  attributeName="cx"
  from="50"
  to="450"
  dur="1s"
  begin="click"
  fill="freeze" />
```

*Obr. 8: Animační skript v prostředí SVG (zdroj: autor)*

Z předchozího textu je patrné, že se klasické desktop Temporal GIS softwary pro tvorbu animací příliš nepoužívají a nahrazují je hlavně webové mapové aplikace a vektorová grafika (Husák, 2012). V důsledku toho dnes neexistují prakticky žádné podklady ani praktické návody, jak v jejich prostředí kartografické animace vytvářet. Tato práce si tak klade za cíl tento nedostatek alespoň částečně napravit a vyplnit tuto mezeru.



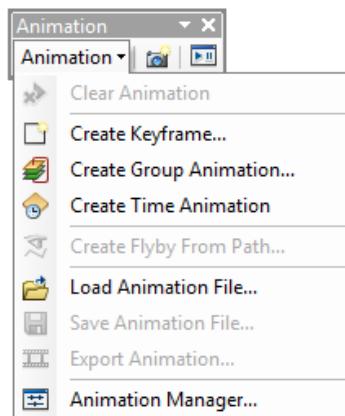
## 5. Temporal GIS

Do skupiny geografických informačních systémů, které dokáží operovat se čtvrtou dimenzí a které souhrnně označujeme jako Temporal GIS, spadá celá řada komerčních i volně dostupných softwarů. V následující analýze možností práce s časem a tvorby animací se pozornost zaměří na dnes nejvyužívanější zástupce obou těchto kategorií. U komerčních GIS se jedná o ArcMap 10.2, zatímco u open GIS je to QGIS 2.10.1.

### 5.1 Animace v ArcMap 10.2

ArcMap je součástí skupiny GIS programů od společnosti ESRI, která představuje špičku mezi komerčními geografickými informačními systémy a jejíž programy patří mezi ty nejrozšířenější. Zatímco programy ArcGlobe či ArcScene dokáží vytvářet vizuálně působivé animace, výhodou animací v ArcMap je především jejich větší vypovídací hodnota (Vít, 2009). Základním principem je zde zobrazení objektu na základě doby jeho viditelnosti, která je určena intervalem mezi počátečním a koncovým časem prvku.

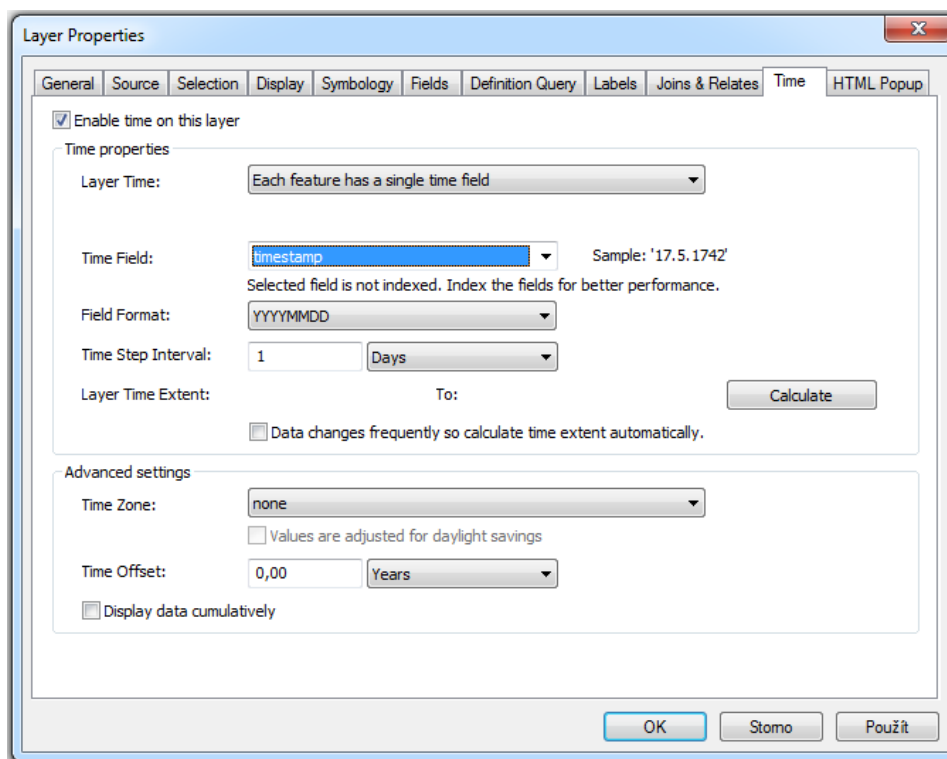
Hlavním prostředkem pro tvorbu animací v ArcMap je nástroj *Animation* v záložce *Toolbars*. Ten pomocí příslušných funkcí umožňuje vytvářet časové (funkce *Time Animation*) i nečasové (funkce *Group Animation*) animace, přičemž další text se bude plně věnovat pouze animacím časovým.



Obr. 9: Nástroj *Animation* (zdroj: autor)

Datovým vstupem pro animaci jsou dynamická data, jejichž atributová tabulka obsahuje časové údaje v předepsaném formátu. Jejich rozlišení může být různé, od roků až po sekundy. Tyto hodnoty jsou v atributové tabulce zapsány ve dvou sloupcích, kdy jeden sloupec nese údaj o začátku animace, zatímco druhý o jejím konci. Pokud není u daného objektu zadán koncový čas, určí se automaticky jako hodnota uvedená u počátečního času.

Dalším krokem je nastavení parametrů animace. K této operaci je možné využít dvou různých postupů. Prvním z nich je práce s nástrojem *Animation Manager*, jehož nevýhodou je však značná složitost a nevhodnost pro časové animace. Výhodnějším postupem je tak použití záložky *Time* ve vlastnostech vizualizované vrstvy. Zde se opět uvede počátek a konec animace, její krok a případně i časové pásmo, odsazení či kumulace znaků. Pokud se provádí animace pro více vrstev, je zapotřebí povolit možnost současného animování většího množství vrstev.



Obr. 10: Záložka Time ve vlastnostech vrstvy (zdroj: autor)

Po přípravě všech podkladových dat následuje samotné spuštění animace. To se provede posuvníkem času, tzv. *Time Slider*, jehož ikona je viditelná na hlavním panelu. Posuvník se skládá z alfanumerického vyjádření času a lineární osy s interaktivním jezdcem. V přítomném dialogovém okně se znovu potvrdí či upraví příslušné parametry celé animace, jako jsou např. rychlost, cykličnost, úprava počátečních a koncových bodů či nastavení kroku měřítka.



Obr. 11: Posuvník času (zdroj: autor)

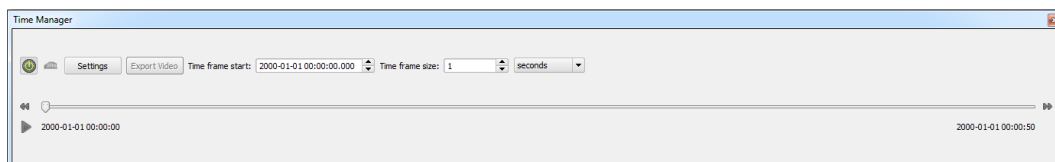
Přehrávání vytvořené animace je možné jak v samotném ArcMap, tak i v dalších softwarech firmy ESRI, které umožňují tvorbu animací. Konkrétně se jedná o programy ArcGlobe a ArcScene. Animaci lze také exportovat, buď jako celek ve formátu AVI nebo jako sekvenci jednotlivých snímků ve formátu JPEG či BMP. K exportu slouží nástroj na posuvníku času.

## 5.2 Animace v QGIS

Software QGIS lze v současnosti považovat za nejrozšířenější a nejvyužívanější Open GIS software na světě, který je zároveň schopen konkurovat komerčním GIS, obzvláště pak softwaru ArcMap. Velkou výhodou je možnost spravovat a vytvářet zásuvné moduly, které rozšiřují jeho pracovní možnosti a funkčnost.

Principem animací v QGIS je interpolace bodů v časovém intervalu určeném počátkem a koncem animace. Nástrojem jejich tvorby je zásuvný modul Time Manager, což je plugin psaný v jazyce Python, který se v řadě ohledů velmi podobá funkci *Time Slider* v softwaru ArcMap. Jedná se o velmi oblíbený a uživatelsky přívětivý modul od Anity Graser, jenž je průběžně aktualizován a rozvíjen.

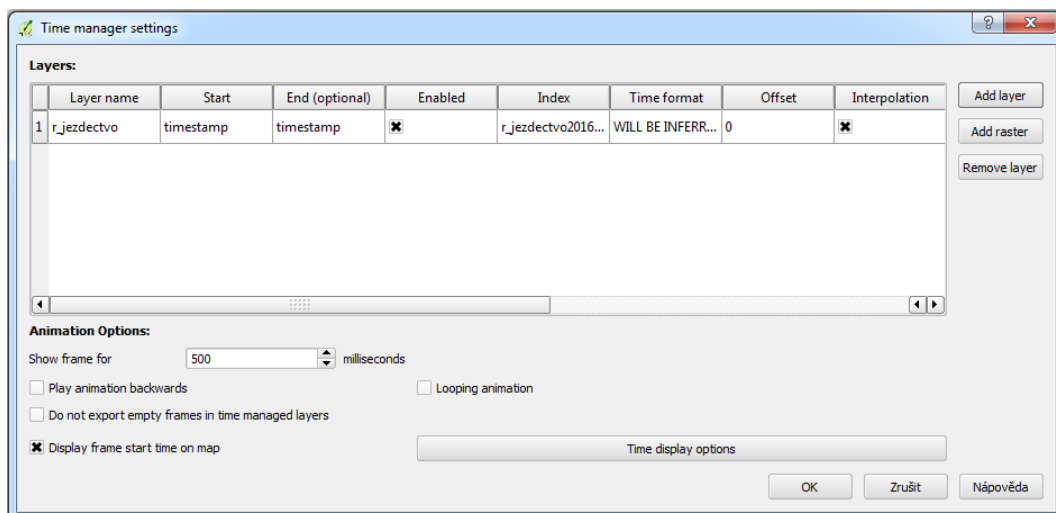
Modul se do QGIS stáhne a nainstaluje pomocí záložky *Zásuvné moduly > Spravovat a instalovat zásuvné moduly*. Po jeho spuštění se ve spodní části obrazovky objeví záložka s ovládacími tlačítky a záložkami, časovou osou a nastavením rychlosti přehrávání.



Obr. 12: Modul Time Manager (zdroj: autor)

Atributová tabulka vstupních dynamických dat musí podobně jako v ArcMap obsahovat sloupec s časovými údaji. Důležité je, aby tento sloupec obsahoval časová data ve formě textu dle formátu uvedeného na časové ose. Zároveň musí nést název *timestamp*, neboť Time Manager dokáže pro animace využít pouze takto pojmenované sloupce. Zásadní je také vhodné rozčlenění dynamických jevů do více vrstev, jelikož není možné vytvářet animace pro více různých prvků v rámci jedné vrstvy.

Správu jednotlivých vrstev a případné nastavení parametrů animace umožňuje tlačítko *Settings*. Pomocí funkce *Add layer* se přidávají jednotlivé vrstvy, u nichž se následně nastavuje sloupec s časovými hodnotami, konec animace a případná interpolace mezilehlých bodů. U výsledného průběhu animace je možné nastavit časový krok, způsob vizualizace, formát zobrazení ubíhajícího času či případné opakování.



Obr. 13: Dialogové okno modulu Time Manager (zdroj: autor)

Po potvrzení nahraných vrstev a parametrů animace dojde k aktualizaci dat v modulu a aktivaci časové osy, jež se projeví objevením času startu animace vedle tlačítka *Play*. Pokud byla při nahrávání dat zaškrtnuta možnost interpolace, vytvoří se nová vrstva vyinterpolovaných bodů, která bude použita pro animaci namísto původní použité vrstvy.

Vytvořenou animaci je možné přehrávat v samotném QGIS či ji exportovat jako sekvenci jednotlivých snímků ve formátu PNG. K exportu slouží nástroj *Export Video* na časové liště modulu Time Manager.

## 6. Mapy bitev

Pro předvedení praktické tvorby kartografických animací v prostředí GIS bylo zvoleno vytvoření animace vybrané bitvy, kdy hlavním podkladem byl soubor bitevních map znázorňujících průběh daného střetnutí. Avšak před představením konkrétních kartografických děl je vhodné nejdříve uvést některé obecné zásady a problematiku tohoto druhu map.

### 6.1 Charakteristiky bitevních map

Jak samotný název napovídá, za bitevní mapu je považováno takové kartografické dílo, které znázorňuje průběh bitvy či situaci před či po samotném střetnutí. Oproti slovnímu popisu mají mapy jednu nespornou výhodu, kterou je zachycení a grafické znázornění často složité a nepřehledné situace, kterými bitvy bezesporu bývají (Vít, 2010).

Tvorba map bitev není ničím novým a sahá hluboko do historie, neboť jak uvádí Rája, „války přitahovaly pozornost mnoha historiků a kartografů po staletí války a v dnešní době tomu není jinak“ (Rája, 2008, str. 8). Zatímco v období středověku a raného novověku se jednalo spíše o nepřiliš četná umělecká díla ve stylu pohledových map, od cca 17. století došlo k nárůstu jejich tvorby a přechodu ke kartografickým dílům s potřebnými náležitostmi. Co se současnosti týče, tvorba těchto map rozhodně není na ústupu a naopak zažívá opětovný růst.

Samotná bitevní mapa se skládá ze dvou základních částí – topografického podkladu a tematického obsahu. Vzhled topografického podkladu se odvíjí hlavně od měřítka a charakteru dané bitvy. Pro malá měřítka často postačuje generalizovaná topografická mapa se základním zákresem sídel a říční sítě, samotný reliéf je pak spíše upozaděn a slouží pouze jako doplňující informace. Naopak u velkých měřítek jsou všechny polohopisné prvky mnohem detailnější a např. u sídel může být doplněna generalizovaná uliční síť (Vít, 2010). Reliéf zde hraje podstatně významnější roli a je tak mnohem výraznější, přičemž k jeho znázornění je užíváno řady různých metod (např. barevné hypsometrie či stínování).

Způsobů, jak znázornit tematický obsah, je celá řada a odvíjí se od formátu bitevní mapy. V zásadě se jedná o již zmíněné metody bodových, liniových a plošných

znaků. Bodovými znaky jsou zakresleny bojové útvary či uskupení a případné symbolické znaky (např. zkřížené meče jako symbol pro střetnutí). Liniové znaky zobrazují linie fronty či opevnění a pohyby vojsk (šipkový vektor). Plošné znaky pak zachycují příslušnost území k bojující straně, dosah radarů či oblast zničenou bombardováním (Vít, 2010). Specifikem těchto map je barva znaků, která spočívá v rozlišování teplých (přátelská armáda) a studených barev (nepřátelská armáda), třebaže v dnešní době je tato klasifikace nahrazována spíše subjektivním vnímáním tvůrce mapy či zvyklostmi dané země (např. NATO označuje přátelské armády modře).

Důležitým hlediskem je i samotný značkový klíč pro tematický obsah, který v případě bitevních map hraje důležitou roli. Autor si buď může vymyslet vlastní anebo převzít již užívaný klíč a případně si jej upravit pro své potřeby. Je však nutné zvážit vhodnost klíče pro danou mapu. Např. mapový klíč NATO obsahuje velké množství symbolů, které nesou přesné informace o konkrétních objektech, avšak pro běžného uživatele se jedná o velmi složitý a těžko srozumitelný znakový klíč (Vít, 2010). Naopak vojenský znakový klíč vzniklý během 60. let v Československu je v důsledku své jednoduchosti a srozumitelnosti hojně využíván dodnes.

## **6.2 Druhy bitevních map**

Členění, které se své práci uvádí Vít (2010), rozlišuje tři základní kategorie bitevních map – klasické mapy, 3D modely a dynamické mapy. Jejich podstata a odlišnosti jsou částečně patrné již z jejich názvů.

Klasické mapy bitev jsou nejstarším typem bitevních map a nejčastěji se vyskytují v papírové podobě. Základním prvkem těchto map je šipka, což je orientovaný směrový vektor značící pohyb. Pomocí tohoto znaku je znázorněn průběh bitvy a přesuny vojsk. Střetnutí armád je pak vyjádřeno konkrétním bodovým znakem. V současnosti je role těchto map převážně vzdělávací a často se vyskytují v odborných publikacích, učebnicích či atlasech.

3D modely jsou kartografické produkty operující se třemi dimenzemi, díky čemuž je vertikální složka znázorněna plasticky. S těmito modely se lze nejčastěji setkat v muzeích a historických expozicích, kde obvykle zobrazují statickou realitu či hypotetické bitevní situace.

Poslední kategorií jsou dynamické mapy bitev, které mohou díky elektronické podobě využít širších možností vyjádření děje a průběhu bitvy. Základním kamenem jsou zde animace pohybů vojsk a bojových střetnutí. Pohyb je možné znázornit pomocí trajektorií, dynamických šipek či přímými přesuny bodových znaků. Pro zdůraznění průběhu bojové střetnutí se využívá řada metod, od zvýraznění či zapulzování bodového symbolu bitvy až po připojení ukazatelů o počtu padlých. Právě tento druh bitevních map zažívá v dnešní době výrazný nárůst obliby, především díky své atraktivnosti pro laickou veřejnost a možnosti zapojení řady informací, které by se do klasické mapy bitvy nevešly.



## **7. Bitva u Chotusic 1742**

Pro představení tvorby kartografických animací v prostředí Temporal GIS bylo vybráno vytvoření animace vybrané bitvy na základě starých mapových podkladů. Konkrétně se jednalo o bitvu u Chotusic, která byla součástí vleklé války o dědictví rakouské probíhající v letech 1740 – 1748. Toto významné střetnutí pruského a habsburského vojska se uskutečnilo v okolí obce Chotusice dne 17. května 1742 a skončilo porážkou vojska monarchie. V důsledku toho musela následně habsburská monarchie uzavřít mír s Pruskem a postoupit mu většinu území tehdejšího Slezska.

Důvodem pro výběr právě této bitvy bylo hlavně to, že se jedná o veřejnosti nepříliš známé střetnutí, jež však má velký historický význam a zcela určitě by si tak zasloužilo větší povědomí. Zároveň je v Mapové sbírce Univerzity Karlovy v Praze k dispozici soubor map z druhé poloviny 19. století, na nichž je toto střetnutí podrobně znázorněno a které tak tvoří vhodný podklad pro tvorbu animace této bitvy. V neposlední řadě se pak o toto období zajímá i sám autor této práce.

### **7.1 Situace před bitvou**

Válka o dědictví rakouské byl válečný konflikt, který probíhal v letech 1740 – 1748 a jenž se z velké části odehrával na území tehdejších zemí Koruny české (Bělina, 2008). Cílem aliance, která se skládala z Bavorska, Francie, Pruska a Saska, bylo co nejvíce oslabit habsburskou monarchii pod vládou mladé Marie Terezie a zároveň ji připravit o rakouské Nizozemí a državy v Itálii.

Na počátku konfliktu měla protihabsburská aliance jasnou převahu, což brzy vyústilo v obsazení Slezska, Čech a Horních Rakous. Tyto úspěchy však byly krátce nato přerušeny několika habsburskými vítězstvími a zcela nečekaným obsazením Bavorska rakouskými vojsky. Tento protiútok tak způsobil aliančním vojákům v Praze vážné zásobovací potíže, čehož chtěl využít habsburský vojevůdce Karel Lotrinský. Ten na jižní Moravě shromáždil vojsko, složené hlavně z nově naverbovaných Uhrů a Chorvatů, a vydal se směrem na Prahu.

Postup rakouského vojska nezůstal utajen pruskému králi Fridrichu II., který v tu dobu se svým vojskem okupoval Slezsko a většinu Moravy. V důsledku velkého

povstání místního obyvatelstva byl však nucen ustoupit do okolí Chrudimi, kde měl v plánu se střetnout s blížícím se rakouským vojskem. To se však stočilo směrem k Čáslavi, tudíž se Prusové přesunuli k obcím Chotusice a Žehušice. Zde pak pruské vojsko zaujalo výhodné obranné postavení a vyčkávalo na nepřítele, který se v okolí Čáslavi objevil již 16. května.

## 7.2 Průběh bitvy

Ráno 17. května 1742 zpozoroval pruský průzkum silný nepřátelský sbor severně od hradeb královského města Čáslav, který vyrazil podél silnice směrem na Chotusice. Ve skutečnosti se jednalo o rakouské vojsko, které vedl královnin švagr Karel Lotrinský. Celkový počet vojáků činil přibližně 28 000 mužů a skládalo se z 36 praporů pěchoty, 72 eskadron jezdeckta, 5 husarských pluků, 1 300 pandurů (zkušení chorvatští vojáci) a 40 děl (Pernes a kol, 2003).

Na blížícího se protivníka vyčkávalo pruské vojsko pod vedením krále Fridricha II. o celkovém počtu 28 000 mužů. Složením se jednalo o 33 praporů pěchoty, 70 eskadron jezdeckta a 82 děl (Pernes a kol, 2003). Prusové zaujali výhodné postavení mezi rybníkem jihovýchodně od vesnice Svatý Jakub a žehušickou zámeckou oborou na východě. Zároveň pruský král přikázal rozmístit na nedalekém vrchu Kamajka záložní dělostřeleckou baterii.

Jezdecký předvoj, který postupoval v čele levého křídla rakouské armády, byl brzy přepaden dělostřeleckou palbou z vrchu Kamajka. V nastalém zmatku se 400 husarů pokusilo o útok na pruské dělostřelce. Avšak byli odraženi a pruské jezdeckto vyrazilo do protiútoků, při němž zajali většinu Thungenova regimentu a zatlačili habsburské vojsko o cca 600 kroků zpět (Bělina, Čornej, 1993). V důsledku tohoto úspěchu se mohlo pruské vojsko rozvinout do linie mezi Církvickým rybníkem a Chotusicemi.

Rakouské vojsko se po této porážce rychle přeskupilo a Karel Lotrinský se rozhodl zaútočit na slabé místo v pruské linii, kterým byl úsek mezi Chotusicemi a žehušickou zámeckou oborou. Útok pruské vojáky zaskočil a ti se brzy ocitli v bezvýchodné situaci, kdy se jako jediná možná obrana jevil protiútok. V této fázi se obzvláště vyznamenal kyrysnický pluk prince Viléma, kterému se podařilo probít až do

týlu habsburského vojska a málem i zajmout samotné rakouské velení. Avšak ani tento výpad Prusům nepomohl a ti tak byli nuceni ustoupit do Chotusic, o něž se krátce nato rozhořely těžké a krvavé boje.

Přestože v tu chvíli vojsko monarchie postupně vytlačovalo Prusy z obce a vítězství bylo na dosah, došlo ke zcela nečekanému zvratu. Rakouský podplukovník Liewingstein se totiž rozhodl Prusy z Chotusic vykourit. V důsledku tohoto rozkazu se celý městys ocitl v plamenech, v nichž zahynula řada pruských i rakouských vojáků. Navzdory očekávání tak ve výsledku došlo ke zpomalení rakouského postupu a upevnění pruských pozic.

Zatímco v obci zuřily boje o každý dům a zahradu, podařilo se rakouskému jezdeckvu na obou křídlech zahnat pruské jednotky na ústup. Avšak Rakušané se poté namísto pronásledování ustupujících nepřátel rozhodli vyrabovat opuštěná pruská ležení a pochytat pruské koně. Tato nekázeň tak Prusům umožnila se znovu seskupit a připravit se k závěrečnému protiútoku.

Fridrich II. si byl vědom ztráty většiny svého jezdeckva, ovšem zároveň si všiml zmizení rakouského jezdeckva a oslabení rakouských jednotek na pruském pravém křídle. Shromáždil poslední zálohy pěchoty a dělostřelectva a o půl jedenácté zahájil útok směrem na Čáslav. Rakušané neměli jak nepřátelský postup zastavit a tak dal Karel Lotrinský rozkaz k ústupu do Vilímova, který naštěstí pro něj proběhl spořádaně a bez větších ztrát. Odpoledne 17. května 1742 pak pruské vojsko obsadilo Čáslav, kde zajalo mnoho raněných habsburských vojáků.

### **7.3 Důsledky bitvy**

Ztráty na obou stranách byly značné. Rakušané přišli o 6 212 mužů a 922 koní, Prusové ztratili 4 756 mužů a 2 635 koní (Pernes a kol, 2003).

Krátce po bitvě byl za vítěze považován Karel Lotrinský, neboť se mu podařilo ukořistit tucet zástav, zajmout stovky Prusů a získat velké množství koní. Navíc Prusové se po bitvě shromáždili v okolí Kutné Hory, kde vyčkávali až do uzavření příměří (Bělina, Čornej, 1993). Ovšem z celkového a historického hlediska bylo jednoznačným vítězem bitvy u Chotusic Prusko, jelikož ztrátou Chotusic a Čáslavi byla

monarchie nucena přistoupit k uzavření mírové smlouvy, jejíž podepsání proběhlo 28. června 1742 v Berlíně.

Důsledkem mírové smlouvy bylo postoupení území Prusku, konkrétně se jednalo o oblasti Kladska a většiny Slezska. Přestože tak Rakousko ztratilo důležité území, umožnilo mu to se soustředit na vyhnání okupantů z Čech a zajištění svých ostatních územích nároků. Vše bylo zakončeno porážkou Francouzů 26. června 1743, po níž na krátkou dobu zavládl mezi monarchií a jejími sousedy mír.

#### **7.4 Podkladové mapy**

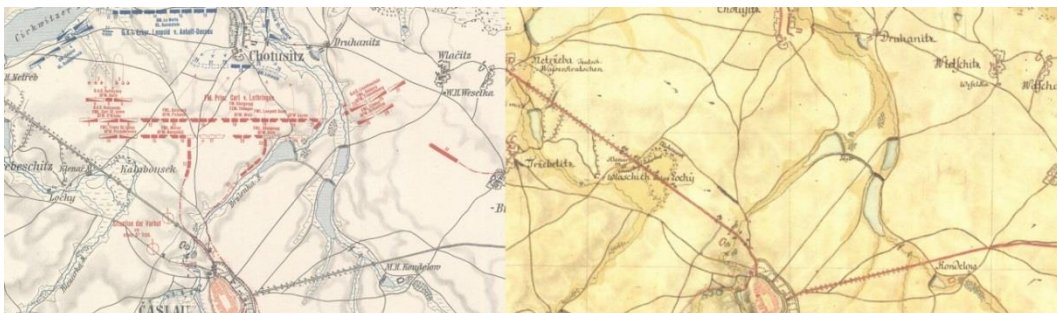
Základem pro vytvoření animace bitvy u Chotusic bylo obstarání vhodných mapových podkladů. Jejich hledání probíhalo ve fondu Mapové sbírky Univerzity Karlovy, kde bylo následně nalezeno několik mapových děl z 18. a 19. století. Převážně se jednalo o díla rakouských kartografů, obvykle ve formátu jednoho mapového listu v měřítku přibližně 1 : 70 000. Nevýhoda těchto map spočívala především v nedostatečném zachycení průběhu střetnutí, což bylo způsobeno především omezeními vyplývajícími z tehdejších kartografických metod a plochy pouhého jednoho mapového listu. Bitva je tak znázorněna hlavně jako postavení vojsk na počátku střetnutí, případně jsou doplněny hlavní směry pohybů obou vojsk.

Mezi těmito mapami tak zřetelně vyčnívá obsáhlý atlas s poněkud dlouhým názvem *Graphische Beilagen zum III. Band des Oesterreichischen Erbfolgekrieges 1740-1748: die Kriege unter der Regierung der Kaiserin-Königin Maria Theresia*. Jedná se atlas zhotovený v období mezi lety 1867 a 1880, jehož vydavatelem bylo rakouské knihkupectví L. W. Seidel & Sohn. Celý atlas je v němčině a jedná se o soubor celkem 7 volných listů, z čehož 1 list nese vydavatelské informace a zbylých 6 mapových listů obsahuje mapy a několik vedut vybraných českých a moravských měst. Jejich konkrétní obsah je následující:

- mapový list 1 – mapa zemí Koruny české v období říjen 1741 až květen 1742, měřítko 1 : 864 000,
- mapový list 2 – plán města Brna v měřítku 1 : 7 300, plán města Olomouce v neznámém měřítku, dvě veduty těchto měst,

- mapový list 3 – mapa pruského ústupu z Moravy v měřítku 1 : 864 000, plány čtyř měst, v nichž tábořila rakouská vojska, měřítka nejsou uvedena, veduta města Pressburg,
- mapový list 4 – mapa výchozích postavení pruských a rakouských vojsk u Chotusic dne 17. 5. 1742, grafické měřítko, veduta města Čáslav,
- mapový list 5 – mapa postavení vojsk na počátku bitvy v 7:30 h, měřítko 1 : 30 000,
- mapový list 6 – dvě mapy postavení vojsk v průběhu bitvy v 10 h a 11 h, obě v měřítku 1 : 30 000, rejstřík číselných popisů jednotek.

Z výše uvedeného seznamu byly pro další práci použity pouze mapové listy 5 a 6, které na celkem třech mapách zachycovaly celý průběh bitvy u Chotusic. Všechny tyto mapy byly v měřítku 1 : 30 000 a měly shodný topografický podklad. Při porovnání s tehdy existujícími mapami bylo zjištěno, že se jedná o autorem mírně upravenou mapu I. vojenského mapování.



*Obr. 14: Srovnání podkladové mapy s mapou I. vojenského mapování  
(zdroj: autor)*

Tematický obsah je zde zastoupen v podobě postavení vojsk a jejich pohybu. Příslušnost k dané straně je dána barvou mapových znaků – rakouské jednotky jsou červené a pruské jednotky modré. Jednotlivé oddíly jsou znázorněny vybarvenými obdélníky, jejich pohyby jsou zachyceny pomocí orientovaných směrových vektorů. Na konci některých z nich jsou poté čárkovaným obrysem obdélníku zakresleny nové

pozice daných jednotek. Dělostřelecké baterie jsou označeny bodovým znakem ve tvaru kanónu. Pruské tábory u Chotusic a Žehušic pak znázorňují dva velké obdélníky s nápisem „*Lager*“.

Všechny jednotky mají v mapovém poli přiřazeno konkrétní číslo, s jehož pomocí pak lze v příloženém seznamu dohledat název konkrétního oddílu. Mimo tyto údaje jsou zde také uvedeni hlavní velitelé obou vojsk a doplňující popisky o konkrétních událostech v průběhu bitvy.

Pro potřeby této práce poskytla Mapová sbírka Univerzity Karlovy celý atlas v elektronické podobě na CD-ROM. Jednotlivé mapové listy byly obdrženy jako skeny ve formátu TIFF o vysokém rozlišení (cca 11 250 x 8 810 pixelů), které bylo pro další práci s nimi plně dostačující.

## **8. Metodika tvorby animace bitvy v prostředí GIS**

Předchozí kapitoly se zabývaly obecnou problematikou znázornění času v kartografii, kartografickými animacemi a metodami jejich tvorby, Temporal GIS a mapami bitev. Všechny teoretické poznatky, které byly v rámci těchto tematických oblastí získány, se nyní aplikují na vytvoření metodického postupu pro tvorbu animace bitvy v prostředí GIS na podkladu historických map.

Tato kapitola slouží jako stručný přehled celého pracovního procesu, na jehož konci je hotová animace bitvy se všemi potřebnými náležitostmi. Jednotlivé podkapitoly budou podrobně rozebrány v následujících částech práce.

### **8.1 Příprava podkladových dat**

Prvním krokem je vždy příprava potřebných podkladových dat. V tomto případě se jednalo o podkladové mapy bitvy u Chotusic, popis průběhu bitvy získaný z odborné literatury a vektorová data současného výškopisu z databáze ZABAGED. Po prostudování bitevních map a odborné literatury byl získán základní přehled o průběhu bitvy. Následně byly z hlediska tvorby animací podrobně rozplánovány všechny fáze bitvy včetně pozic a pohybů jednotlivých oddílů.

Dalším krokem bylo georeferencování a převedení podkladových map do současného souřadnicového systému. Nad georeferencovaným mapovým listem 5 byla provedena vektorizace všech významných polohopisných prvků v potřebném rozsahu. Na závěr byl do topografického podkladu připojen výškopis ve formě hypsometrie, získané z výškopisných dat ZABAGED.

### **8.2 Tvorba animace bitvy**

V této fázi již započaly práce na samotné animaci bitvy, které probíhaly paralelně v obou Temporal GIS softwarech. Nad již hotovým topografickým podkladem byly bodovými znaky vyznačeny výchozí postavení obou vojsk a následně jim byla dle vytvořeného znakového klíče nastavena patřičná symbolizace. Stanovenými postupy pak byly vytvářeny jednotlivé dílčí animace, které se skládaly z celkem tří odlišných typů – pohybové animace, změny viditelnosti a změny symboliky.

Podstata pohybové animace je patrná již z jejího názvu. Jedná se o znázornění přesunu vybraného objektu z bodu A do bodu B za určitý časový úsek, přičemž samotný pohyb by měl být co nejvíce plynulý. V rámci animace bitvy u Chotusic se jednalo o nejčastější typ animace, který se vyskytoval u všech pohybujících se objektů.

Změna viditelnosti je takový druh animace, která umožňuje objektu v průběhu času zmizet z mapového pole či se v něm naopak objevit. U bitvy se jednalo hlavně o dynamické jevy jako byla střelba či výbuchy. Použita byla také při příchodu posil či zničení dané jednotky.

Pojem změna symboliky v sobě skrývá takovou animaci, která objektu v průběhu času změní jeho symbolizaci. V rámci bitvy to byla nejméně častá animace, která byla využita hlavně v úvodní fázi bitvy, kdy docházelo k přeskupování a formování jednotek.

Problémem animací byly časové údaje. Z podkladových map byly známy pouze časy v několika konkrétních okamžicích celé bitvy, což znemožňovalo jakýkoliv přepočítání mezi časy v animaci a skutečností. V důsledku toho bylo přistoupeno k variantě, kdy byla rychlost pohybu jednotlivých oddílů určena na základě jejich složení. Malé jezdecké jednotky se tak pohybovaly rychle, zatímco přesuny velkým pěších jednotek trvaly výrazně déle. Tímto postupem bylo docíleno vhodné délky a plynulosti celé animace bitvy. U známých okamžiků pak byly v mapovém poli textově ukázány přibližné časy, které vycházely z podkladových map.

### **8.3 Dokončení animace**

Závěrečná fáze spočívala v doplnění kompozičních prvků, které jsou zásadní z hlediska kartografických pravidel. Jednalo se o měřítko (grafické i číselné), směrovku, legendu a název s časovým vymezením. Následoval export animací, jenž v případě ArcMap spočíval pouze v přímém exportu do formátu AVI. Naproti tomu u QGIS bylo nutné nejdříve vyexportovat jednotlivé framy a ty poté pomocí externího softwaru spojit do výsledné animace ve formátu AVI.



## 9. Příprava podkladových dat

Jak již bylo v předchozí kapitole nastíněno, prvním krokem při každé práci je příprava potřebných podkladových dat. V případě tvorby animace bitvy u Chotusic se jednalo o nastudování průběhu bitvy z odborné literatury a podkladových map. Následně byla srovnána shodnost obou druhů zdrojů a opraveny případné nesrovnalosti. Dalším krokem pak bylo georeferencování podkladové mapy a její následná vektorizace.

Všechny níže uvedené postupy byly prováděny pouze v softwaru ArcMap. Důvodem bylo především to, že jsou v komerčním i Open GIS prakticky totožné, což by vedlo ke zbytečnému opakování pracovního postupu. V případě vektorizace pak byl ArcMap vybrán proto, že má k dispozici pokročilejší nástroje vektorové tvorby než konkurenční QGIS.

### 9.1 Studium bitvy

Na úvod bylo nutné získat co nejvíce informací o bitvě u Chotusic – jak o okolnostech, které k ní vedly, tak i o jejím podrobném průběhu a důsledcích. V rámci studia bylo využito několika odborných publikací, z nichž nejvýznamnější byla kniha *Slavné bitvy naší historie*, která obsahovala velmi podrobný popis celé bitvy. Naopak kniha *Pod císařským praporem* a článek *Válka o dědictví rakouské* poskytly náhled na pozadí bitvy a její důsledky. Poznatky získané prostudováním těchto publikací byly zahrnuty do textu v kapitole 7 a porovnány s průběhem bitvy zachyceným na podkladových mapách.

Při tomto srovnání nebyly zjištěny žádné významnější odlišnosti mezi současným popisem bitvy a bitevními mapami z 2. poloviny 18. století, což potvrzuje spolehlivost a správnost podkladových dat ohledně samotné bitvy. Jedinou větší nesrovnalostí je rozmístění pruského záložního dělostřelectva. V publikacích je uváděno, že bylo na příkaz Friedricha II. rozmístěno na vrchu Kamajka, kde pak setrvalo po celou bitvu. Na podkladových mapách je však jeho pozice zakreslena v přední pruské linii, přičemž po úvodní fázi bitvy v 7:30 h najednou zmizí a na dalších bitevních mapách se již neobjeví.

Tento nesoulad mezi odbornou literaturou a mapami nebylo možné bohužel nijak jednoduše vyřešit, neboť obě postavení svým způsobem odpovídají tehdejší

taktice. Rozmístění děl na vrchu Kamajka je výhodné díky většímu rozhledu a dobré ochraně před případným rakouským protiútokem. Problémem by mohl být omezený dostřel děl, který v té době činil maximálně 1 kilometr, a případná střelba přes vlastní jednotky (Skalník, 2012). Komplikací je také neznalost typů a parametrů použitých děl, neboť v tomto období se v pruské armádě používala spousta odlišných kanónů a informace o nich se často rozchází (Kronoskaf, 2014).

Oproti tomu postavení děl do přední linie by bylo lepší z hlediska přímé palby na blížící se nepřátele a nemožnosti zasažení spojeneckých jednotek, přičemž se jednalo o standardní taktiku většiny armád (Skalník, 2012). V tomto případě však převažují spíše nevýhody této pozice. Prvním problémem je reliéf, neboť děla by prakticky střílela do stoupajícího svahu. Dalším nedostatkem by byla případná ochrana dělostřelců zbytkem vojska, neboť ti jsou na mapě příliš vysunutí dopředu a v případě protiútku by celá baterie byla okamžitě dobytá. Navíc se jedná o záložní dělostřelectvo, které by se už ze své podstaty mělo nacházet v zadních liniích.

Na základě výše uvedených argumentů byla nakonec rozhodnuto, že se jako nejpravděpodobnější pozice pruského dělostřelectva jeví vrch Kamajka. Umístění děl na této dominantní vyvýšenině je z hlediska terénu a rozložení vojsk mnohem výhodnější než na předsunuté přední linii. Toto řešení tak bylo použito v následné animaci.

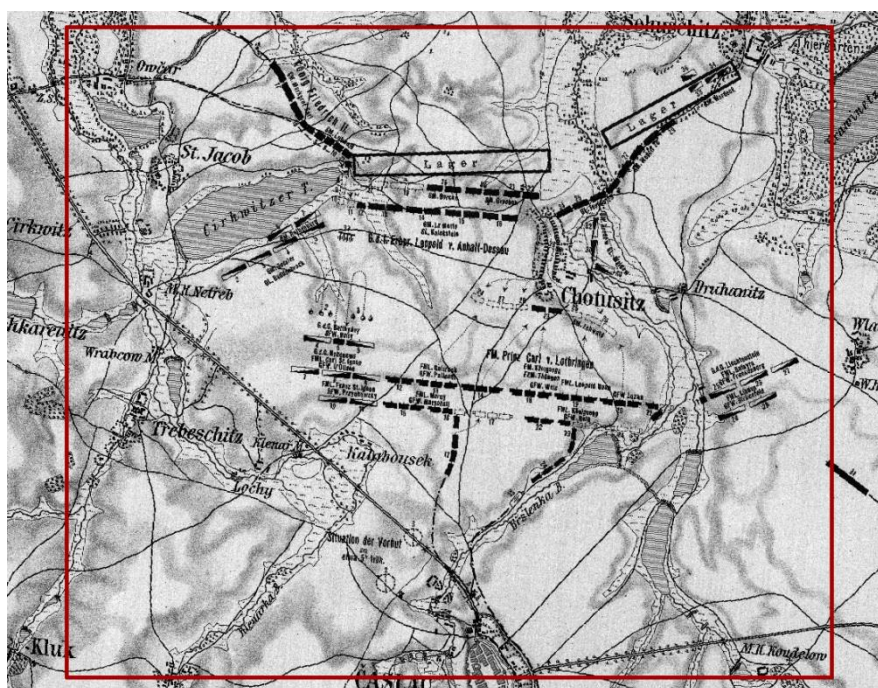
## **9.2 Georeferencování podkladových map**

Dalším krokem bylo převedení podkladových map do dnešního souřadnicového systému. Jelikož mapy zachycují území v rámci České republiky, byl jako výsledný souřadnicový systém zvolen národní souřadnicový systém S–JTSK, který je v GIS označen jako S–JTSK\_Krovak\_East\_North. Pro získání současných souřadnic identických bodů (dále jen IB) v S–JTSK byla jako poklad zvolena webová mapová služba (WMS) ČÚZK, konkrétně vrstva ZM10.

Po zvolení souřadnicového systému bylo přistoupeno ke sběru IB, při němž se však objevily první komplikace. Jak již bylo dříve uvedeno, podkladové mapy jsou vlastně mírně upravené mapy I. vojenského mapování. Jejich největším nedostatkem je tak absence geodetických základů, neboť vznikly na základě zvětšenin Mülleroých map. Do těchto zvětšenin pak důstojníci vojenské topografické služby, kteří projížděli

krajinou na koních, zakreslovali metodou „a la vue“ (volně přeloženo jako „od oka“) významné krajinné prvky a případné vzdálenosti krokovali či odhadovali. Důsledkem této metody jsou tak velké polohové nepřesnosti a odchylky od skutečnosti, což je případ i použitých podkladových map.

Z výše uvedeného je patrné, že v případě transformace celého mapového listu by výsledná přesnost nebyla příliš vysoká a odchylky v IB by dosahovaly hodnot až stovek metrů. Bylo tedy přistoupeno ke zmenšení transformované plochy na co nejmenší rozměr, který by umožnil dostatečně a přehledně zachytit celou bitvu. Výsledný rozsah je patrný z obr. 15.



Obr. 15: Rozsah zájmového území (zdroj: autor)

Následně byl v rámci tohoto území porovnán minulý a současný stav. Základem bylo určení míry shody u všech významnějších polohopisných prvků, mezi něž patřila plocha sídel, kostely, významné komunikace a křižovatky, vodní toky a specifické krajinné prvky. Výsledkem bylo zjištění, že v okolí obcí Chotusice, Čáslav, Koudelkov, Svatý Jakub a Třebešice nejsou u těchto objektů příliš výrazné polohové odchylky, pouze v řádech metrů až desítek metrů. Naopak v oblasti obcí Bojmany, Rohozec,

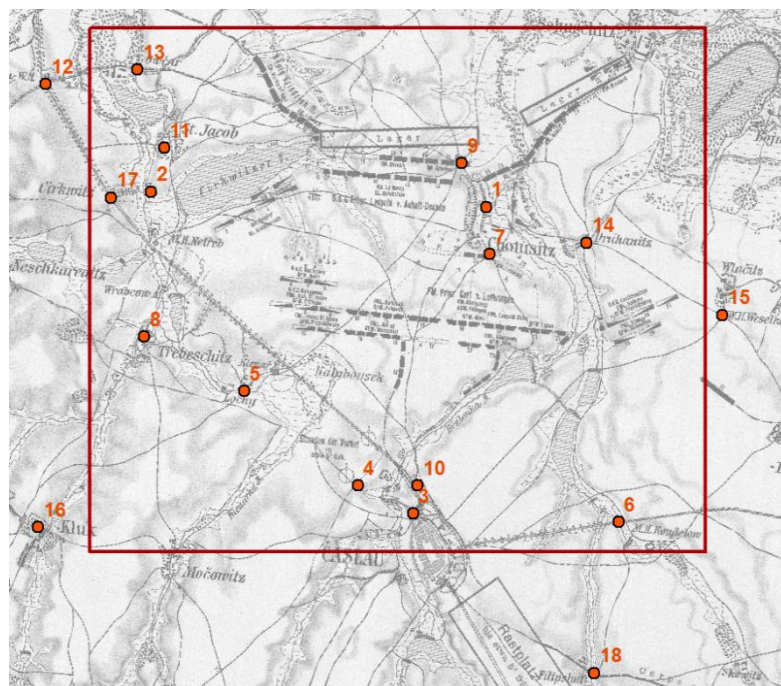
Vlačice a Žehušice jsou polohové odchylky velmi výrazné a dosahují hodnot v řádech stovek metrů.

Na základě zjištěných informací bylo rozhodnuto, že sběr IB bude probíhat pouze v oblasti s minimálními odchylkami, zatímco oblast s velkými odchylkami bude zcela vynechána. Toto rozhodnutí bylo dáno rozsahem celé bitvy, která prakticky probíhala pouze v trojúhelníku vymezeném obcemi Chotusice, Čáslav a Svatý Jakub. V této oblasti bylo zapotřebí dosáhnout co největší přesnosti polohopisu a co nejmenších odchylek IB. Naopak mimo danou oblast žádné vojenské akce neprobíhaly, v důsledku čehož není přesnost zdejších polohopisných prvků tolik důležitá. V rámci zachování přesnosti území bitvy, se jedná o nejlepší možné řešení a nutný kompromis.

Dalším krokem byl samotný sběr IB. Vzhledem ke stáří podkladových map a absenci geodetických základů bylo možné využít pouze několik typů polohopisných prvků, u nichž bylo možno předpokládat neměnnou polohu i po dvou a půl století. Konkrétně se jednalo o čtyři hlavní kategorie objektů – kostely, kaple, významné křížení cest a mosty.

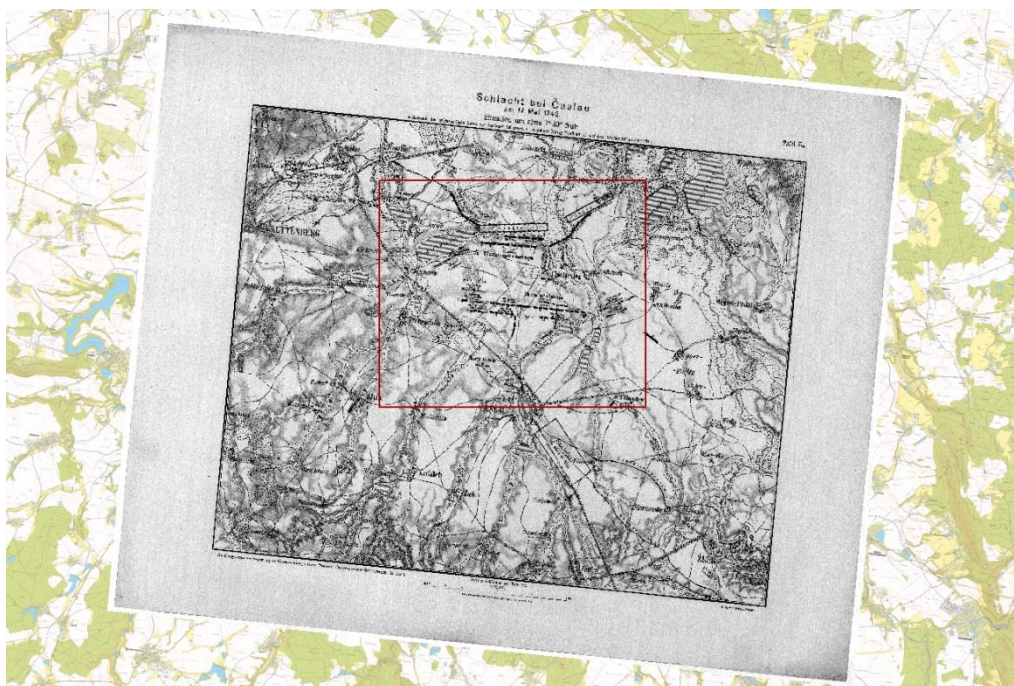
Nejvhodnějšími IB jsou bezesporu kostely, které jsou značeny výraznou mapovou značkou a lze u nich předpokládat jednoznačné zachování polohy (Novák, 2012). U kaplí je situace poněkud složitější, neboť některé svojí polohou sedí a některé naopak ne. To samé platí o křížení cest, které současnosti odpovídá hlavně u významnějších cest a důležitých křižovatek. Mosty jsou pak ve valné většině případů též totožné, přičemž největší shoda je u mostů v menších obcích.

Celkem bylo zvoleno 18 IB. Do tohoto počtu bylo zahrnuto pět kostelů, dvě kaple, dva mosty, jedno nádvoří zámku a osm křižovatek. Souřadnice a odchylky všech IB jsou uvedeny v příloze 1.



*Obr. 16: Rozmístění identických bodů (zdroj: autor)*

Po získání dostatečného počtu IB bylo přistoupeno k samotné transformaci podkladové mapy do S-JTSK. Při výběru transformační metody se vycházelo z již uskutečněných výzkumů a snahy o co nejmenší zkreslení ve středové části zájmového území. Na výběr byly dvě metody, afinní a podobnostní transformace. Jak již bylo dříve zjištěno, afinní transformace dosahuje u map I. vojenského mapování lepšího přizpůsobení mapového listu skutečnosti (Novák, 2012). Na základě těchto informací a porovnání výstupu obou metod byla za výslednou metodu zvolena právě afinní transformace. Výsledkem celého postupu georeferencování pak byla podkladová mapa transformovaná do S-JTSK, jejíž poloha je na obr. 17.



*Obr. 17: Transformovaná podkladová mapa (zdroj: autor)*

### **9.3 Tvorba topografického podkladu**

Po převedení podkladové mapy do S-JTSK bylo přistoupeno k tvorbě topografického podkladu, který zahrnuje polohopisnou a výškopisnou složku. Celý topografický podklad byl vytvořen v referenčním měřítku 1 : 25 000 a jeho vlastní rozsah odpovídal zájmovému území, vymezenému v předešlé podkapitole.

#### **Polohopis**

Polohopisné prvky byly před samotnou vektorizací rozčleněny do celkem sedmi tematických skupin, které zahrnovaly tehdy nejvýznamnější krajinné prvky. K jejich přesnému určení bylo využito informací z odborné publikace, kde jsou všechny kategorie podrobně popsány a doplněny obrazovými ukázkami. Tematické skupiny a jejich datové formáty byly následující (Hauserová, Poláková, 2015):

- lesní plochy (polygon),
- vodní plochy (polygon),

- vodní toky (linie),
- plocha sídel (polygon),
- budovy (polygon),
- komunikace (linie),
- kostely a kaple (bod).

Největším problémem celé vektorizace se ukázaly být lesní plochy. Na podkladové mapě jsou totiž lesy značeny stromečkovou metodou a jednotlivé hranice porostů zde nejsou vůbec zakresleny. Jelikož je výsledná vrstva lesních porostů ve formě polygonů, bylo nutné tyto hranice definovat na základě subjektivního odhadu (Brůna, Křováková, 2006). Výsledkem je tak polygonová vrstva, která svým tvarem a rozsahem přibližně odpovídá tehdejšímu lesnímu pokryvu.

Vektorizace ostatních polohopisných prvků se obešla bez větších problémů, pouze u komunikací a cest byly zvektorizovány pouze nejvýznamnější cesty. Též byly vynechány louky a pastviny, jejichž význam byl z hlediska bitvy zcela nepodstatný a případná vektorizace by pouze zhoršila přehlednost výsledného reliéfu. Zbytek tematických skupin byl zachycen v plném rozsahu odpovídajícímu podkladové mapě.

Po dokončení vektorizace polohopisu byla všem kategoriím nastavena vhodná symbolizace. Ta byla převzata z legendy ZM10 a upravena dle potřeby.

## **Výškopis**

Podkladem pro výškopis byly vrstevnice z dat ZABAGED o intervalu 1 metr. Důvodem pro výběr této datové sady byla skutečnost, že v podkladové mapě byl výškopis znázorněn pomocí šraf a jeho převedení do digitální podoby by bylo komplikované a náročné. Při porovnání minulého a současného reliéfu pak vyšlo najevo, že se průběh reliéfu za dvě a půl století prakticky nezměnil, díky čemuž mohly být tyto vrstevnice použity pro další práci.

Z vrstevnic byla pomocí funkce *Topo To Raster* vytvořena barevná hypsometrie v podobě rastru o rozlišení 10 pixelů. Reliéf v zájmovém území je převážně rovinný s mírným růstem v jihozápadní oblasti. Nejnižší nadmořská výška činí 207 m. n. m.

a nejvyšší nadmořská výška pak 276 m. n. m. Hypsometrie tak byla rozčleněna na osm výškových úrovní o kroku 10 metrů, které byly odlišeny barevně – v odstínech zelené byly znázorněny nížiny, žlutě až světlehnědě převážně roviny a hnědě pahorkatiny.

S ohledem na potřebu snížit výraznost výskopisného podkladu byla hypsometrii nastavena průsvitnost na 10 %. Tím bylo docíleno dobře rozeznatelného výškopisu, který však zároveň neodváděl pozornost od hlavní náplně animace, kterým byl samotný průběh bitvy. Výsledný vzhled topografického podkladu je v obou softwarech z hlediska polohové přesnosti shodný, mírné odlišnosti jsou pouze v samotné grafické vizualizaci.

## **Popis**

Závěrečným krokem bylo doplnění popisu dle platných kartografických pravidel. Popsány byly nejvýznamnější vodní plochy a toky, všechna sídla a vrch Kamajka.

U většiny vodních ploch a toků nebylo možné doplnit jméno, obvykle z důvodu absence názvu v podkladové mapě či v historických pramenech. S tím souvisí i určitá bezvýznamnost těchto krajinných prvků, neboť se většinou jedná o malé rybníky a vodní toky z nich vytékající, které jsou dnes již zaniklé. Přednější tak byla polohová složka, než popisná. Naopak sídla byla popsána v plném rozsahu.



## 10. Animace bitvy v ArcMap

Software Arcmap je vybraným představitelem komerčních Temporal GIS. Základním principem v něm vytvořených animací je práce s viditelností znaku v daný čas, který je vymezen konkrétním počátkem a koncem.

Prvním krokem bylo znázornění výchozího postavení obou vojsk. To bylo určeno na základě podkladové mapy. Jednotlivé oddíly byly znázorněny pomocí bodových znaků, jimž byla nastavena vhodná symbolizace dle připraveného znakového klíče. Následně bylo započato se samotnou tvorbou jednotlivých typů animací, které budou ukázány na bodové vrstvě rakouského oddílu.

### 10.1 Znakový klíč

Vzhled vytvořeného znakového klíče byl inspirován podkladovými mapami a znakovým klíčem NATO. Cílem bylo zachovat jak styl znaků z podkladových map, tak zároveň dodržet jednoduchost a srozumitelnost tematického obsahu.

Barevné odlišení vojsk bylo zachováno, Rakušané jsou červení a Prusové modří. Jednotlivé pěší oddíly jsou znázorněny obdélníky o různých rozměrech, které se pokouší přibližně znázornit velikost dané jednotky. V tomto ohledu však podkladové mapy neobsahují žádné bližší informace a tak jsou rozměry jednotek spíše orientační. To samé platí i u jezdeckva, které je znázorněno obdélníkem rozděleným uhlopříčkou, přičemž barva oblasti pod uhlopříčkou určuje příslušnost k danému vojsku.

Dělostřelecké baterie jsou zakresleny symbolem kanonu, velitelé malým praporem a pruská ležení jsou zachycena symbolem stanu. Pro valnou většinu prvků bylo využito bohaté knihovny znaků v ArcMap, pouze symboly kanónů byly vloženy jako obrázkové symboly.

Poslední skupinou znaků byly dynamické jevy, znázorňující střelbu z děl, výbuchy, střelbu a boj, které byly vytvořeny kombinací dvou bodových znaků. Vzhled všech symbolů je patrný v příloženém obr. 18.

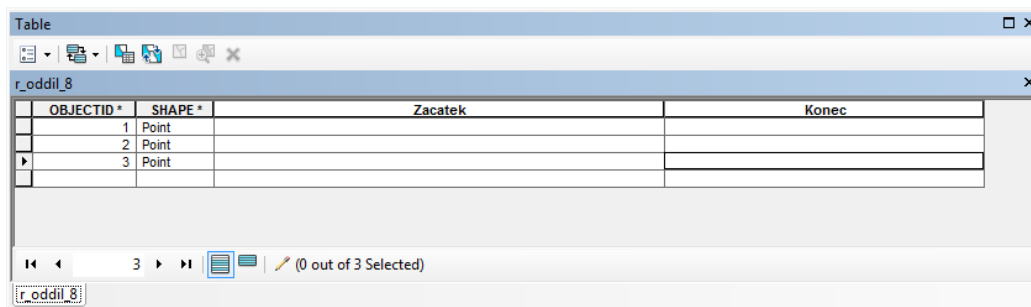
	pruský oddíl		rakouský oddíl
	pruské jezdectvo		rakouské jezdectvo
	pruské dělostřelectvo		rakouské dělostřelectvo
	pruský velitel (Friedrich II.)		rakouský velitel (Karel Lotrinský)
	pruský tábor		
	střelba z děl		
	výbuchy, střelba, boj		

Obr. 18: Tematický znakový klíč v ArcMap (zdroj: autor)

## 10.2 Pohybová animace

Nejdříve byla stanovena trasa pohybu oddílu, která se skládala z několika bodů. Ty na sebe v zásadě nemusely nijak navazovat, neboť animace v ArcMap nejsou tvořeny podél žádné linie, nýbrž na základě časového udání viditelnosti jednotlivých bodů. Každý z vytvořených bodů nesl svůj specifický identifikátor a souřadnicovou polohu.

Podoba a náležitosti atributové tabulky byly již zmíněny v kapitole 5. Kromě sloupců s identifikátorem a typem vektoru obsahovala tabulka další dva sloupce ve formátu *String*, nesoucí název *Zacatek* a *Konec*. Jak je zřejmé z příloženého obr. 19, atributová tabulka nemusí obsahovat sloupce s polohou bodu v souřadnicích X a Y. V případě této animace se jedná o nepodstatný prvek, jehož doplnění by mělo význam např. v případě práce s daty získaných pomocí GPS.



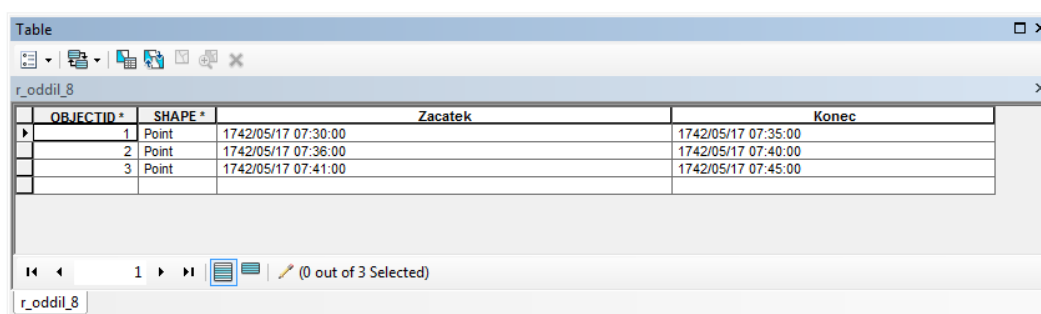
OBJECTID	SHAPE	Zacatek	Konec
1	Point		
2	Point		
3	Point		

Obr. 19: Atributová tabulka animované vrstvy (zdroj: autor)

Následovalo zapsání časových údajů do sloupců *Zacatek* a *Konec*. Ve sloupci *Zacatek* byly obsaženy časové údaje, které určovaly okamžik objevení znaku. Naopak sloupec *Konec* nesl informaci o tom, kdy znak z mapového pole zmizí. Časový interval, který byl rozdílem těchto dvou hodnot, pak definoval délku viditelnosti objektu.

ArcMap nabízí řadu odlišných formátů časových údajů. Jejich rozlišení může být od celých roků až po datumy s přesností na sekundy. Všechny dostupné formáty jsou vypsány v záložce vrstvy *Time > Field Format*. Důležité je u všech formátů dodržet předepsaný počet číselných míst včetně doplňkových nul u jednociferných hodnot. Samotné časové údaje pak nemají žádné omezení, co se týče stáří letopočtu. Je tak možné i pracovat v časech zasazených např. do roku 1 n. l.

Z podkladových map se daly vyčíst některé časové hodnoty v klíčových momentech bitvy, avšak nakonec bylo upuštěno od přepočtu času vztaženého k průběhu animace na skutečný čas. Důvodem bylo především to, že z map a odborné literatury nebylo zřejmé přesné rozmístění vojsk v jednotlivých okamžicích. Časy v průběhu pohybu oddílů tak byly určovány na základě terénu, velikosti jednotky a jejího typu. V důsledku toho se např. velké oddíly pohybovaly pomalu a naopak jezdeckvo se přesouvalo výrazně rychleji než pěší jednotky.

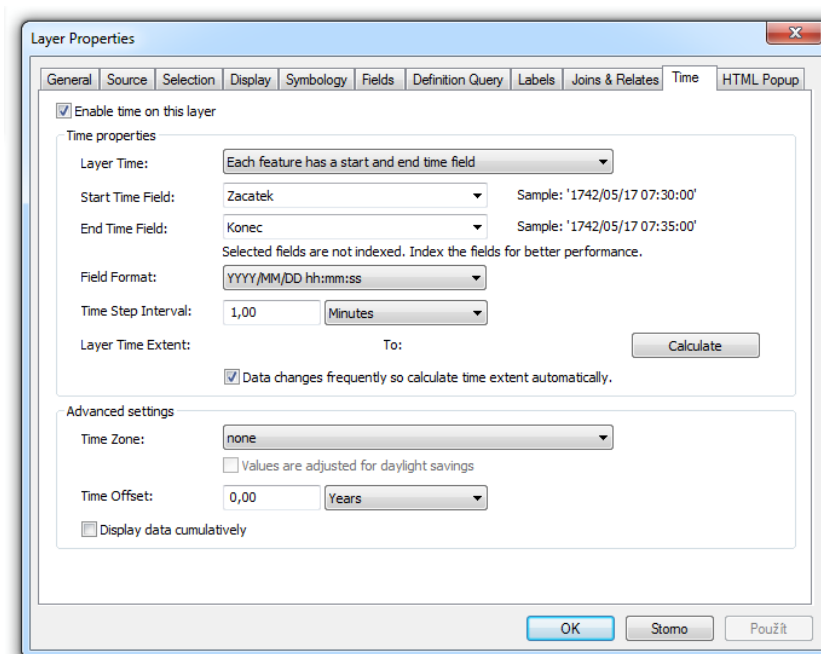


OBJECTID *	SHAPE *	Zacatek	Konec
1	Point	1742/05/17 07:30:00	1742/05/17 07:35:00
2	Point	1742/05/17 07:36:00	1742/05/17 07:40:00
3	Point	1742/05/17 07:41:00	1742/05/17 07:45:00

Obr. 20: Atributová tabulka s časovými údaji (zdroj: autor)

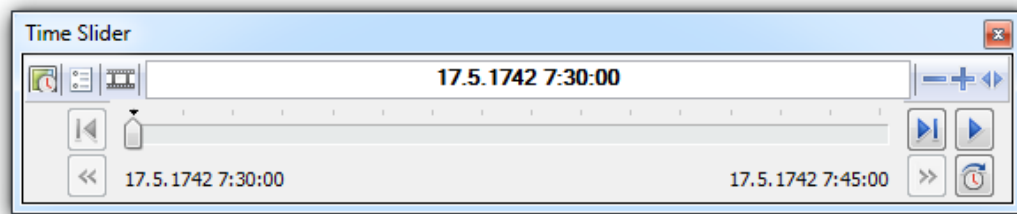
Po zapsání časových hodnot do atributové tabulky bylo přistoupeno k povolení času v dané vrstvě. To se provedlo přes vlastnosti dané vrstvy v záložce *Time*, v níž se nastavily základní parametry času. Jednalo se hlavně o zadání sloupců, které obsahovaly počáteční a koncové časy animace, formát času a krok animace. ArcMap nabízí také

automatické určení nejvhodnějšího kroku animace pro zadaná data. Nastavit lze i doplňkové prvky, jako je časové pásmo či odsazení. Poslední možností je kumulace již zobrazených dat, avšak ta je v tomto případě zcela nevhodná.



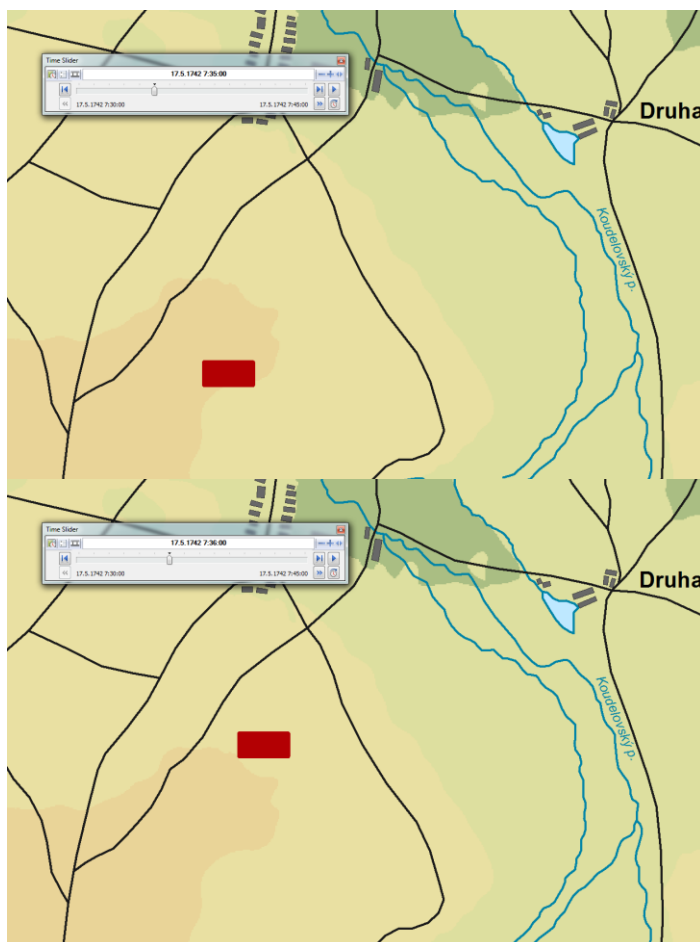
Obr. 21: Záložka Time (zdroj: autor)

Povolením časových dat se v horní liště ArcMap zpřístupnilo spuštění funkce *Time Slider*. Po jejím spuštění se zobrazila interaktivní časová osa s posuvným jezdcem, doplněná v horní části o alfanumerické vyjádření času. Přes záložku *Options* se otevřelo dialogové okno, v němž se opět potvrdily či případně upravily časové parametry výsledné animace. Jednalo se o krok a parametry zobrazení času, průhlednost animované vrstvy, rychlost přehrávání a časový rozsah výsledné animace. Pro tuto ukázkou se jednalo o čas určený animovanou vrstvou, v případě výsledné animace bitvy se pak jednalo o rozpětí prvního a posledního okamžiku bitvy.



*Obr. 22: Aktivní posuvník času (zdroj: autor)*

V případě správného nastavení dat se pod časovou osou objevil čas počátku a konce animace. Přehrání animace se pak provedlo tlačítkem *Play*, během něhož byla ověřena správnost vytvořené animace.

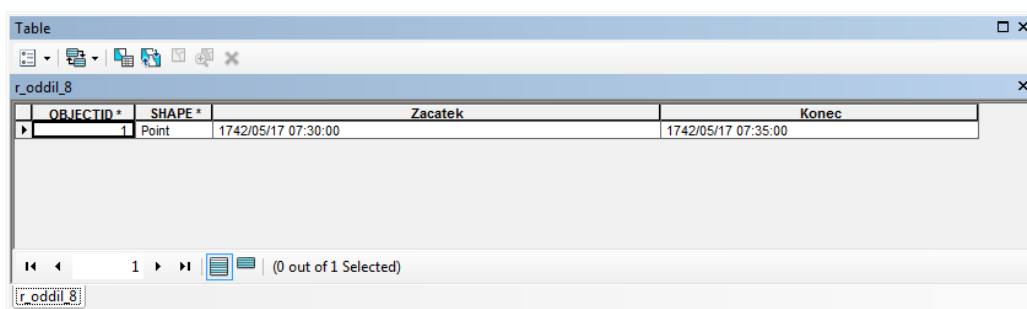


*Obr. 23: Pohybová animace v prostředí ArcMap (zdroj: autor)*

### 10.3 Změna viditelnosti

Tvorba tohoto typu animace je v prostředí ArcMap snadná, neboť jak již bylo zmíněno, změna viditelnosti objektu je základním principem v něm vytvořených animací.

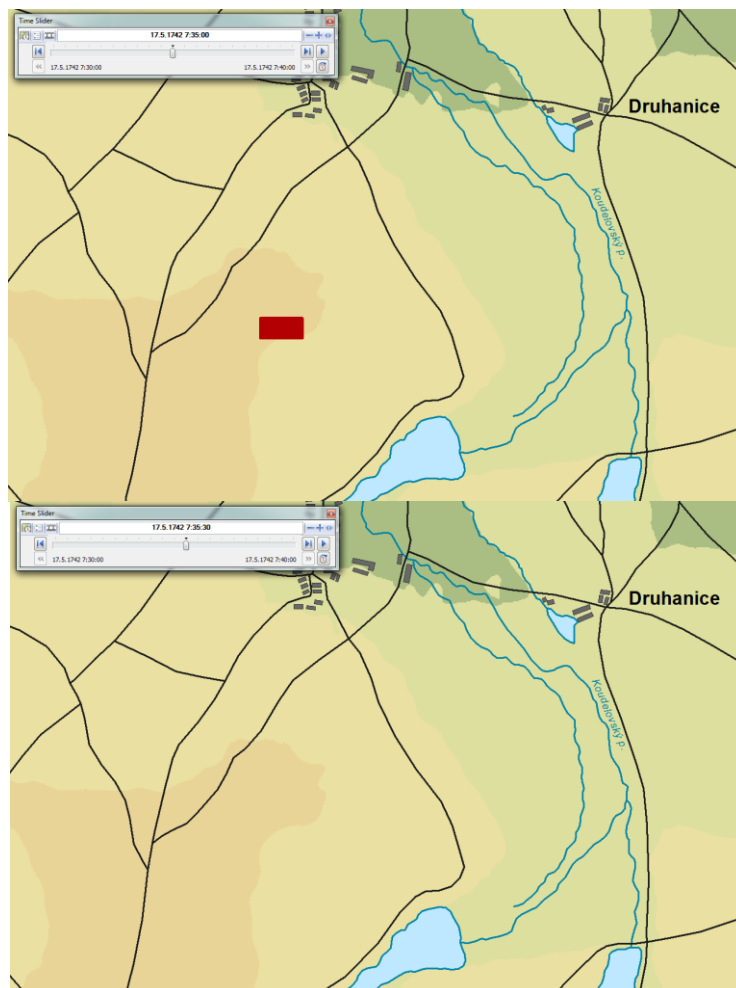
Vstupní data opět tvořila bodová vrstva, tentokrát obsahující pouze jeden bodový prvek. Vzhled a náležitosti atributové tabulky byly shodné se vším, co bylo uvedeno u postupu tvorby pohybové animace. Do sloupce *Zacatek* byl zapsán časový údaj, který určoval okamžik objevení znaku. Do sloupce *Konec* pak byl zapsán čas jeho zmizení z mapového pole. Formát časových údajů byl zachován stejný jako v případě pohybové animace.



OBJECTID	SHAPE	Zacatek	Konec
1	Point	1742/05/17 07:30:00	1742/05/17 07:35:00

Obr. 24: Atributová tabulka (zdroj: autor)

Povolení a nastavení časových údajů přes záložku *Time* se opět zcela shodovalo s předchozím postupem. Jakmile se v horní liště ArcMap zpřístupnila funkce *Time Slider*, byly v záložce *Options* potvrzeny již nastavené časové parametry. Následně se pod časovou osou objevil čas počátku a konce animace. Přehrání animace se pak provedlo tlačítkem *Play*, během něhož byla ověřena správnost vytvořené animace. Jak je patrné z příloženého obr. 25, symbol skutečně zmizel v určený čas.



*Obr. 25: Animace změny viditelnosti v prostředí ArcMap (zdroj: autor)*

## 10.4 Změna symboliky

V případě animace změny symboliky není ArcMap příliš vhodný, nástrojem, neboť jeho možnosti nejsou tak velké jako u softwarů pracujících s vektorovou grafikou (Adobe Flash, SVG). Základním problémem je skutečnost, že v průběhu času nedokáže provést změnu symboliky v rámci jedné vrstvy. Níže uvedený postup tak využívá dvou bodových vrstev a jejich následného propojení, které tuto animaci vzhledově zajistí.

Podkladovými daty byly dvě bodové vrstvy. Každá z nich měla určený vlastní počáteční a koncový bod a odlišnou symbolizaci. Podmínkou bylo to, že koncový bod první vrstvy musel být polohově totožný s počátečním bodem druhé vrstvy. To samé platilo i o časech těchto bodů, čas konce první vrstvy byl zároveň časem začátku druhé.

The image shows two overlapping windows from a GIS application, each displaying an attribute table for a different layer.

The top window, titled 'Table' and 'r\_oddil\_8', shows the following data:

OBJECTID*	SHAPE*	Zacatek	Konec
1	Point	1742/05/17 07:30:00	1742/05/17 07:35:00
2	Point	1742/05/17 07:36:00	1742/05/17 07:40:00

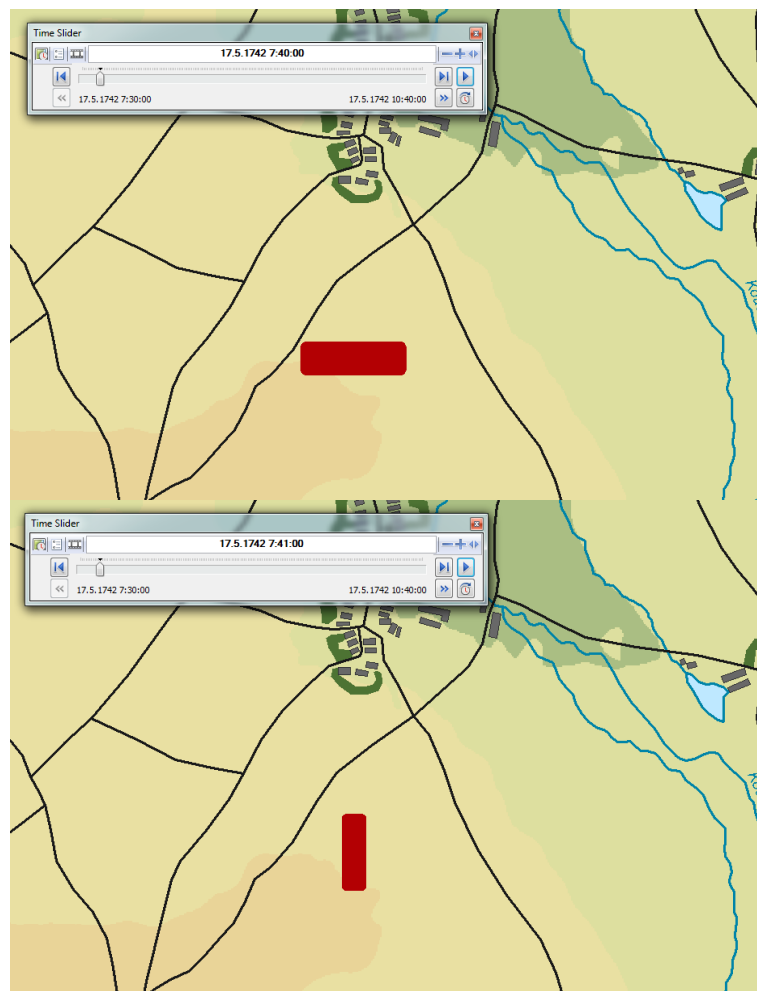
The bottom window, titled 'Table' and 'r\_oddil\_5', shows the following data:

OBJECTID*	SHAPE*	Zacatek	Konec
2	Point	1742/05/17 07:41:00	1742/05/17 07:44:00
3	Point	1742/05/17 07:45:00	1742/05/17 07:50:00

Obr. 26: Atributové tabulky pro obě vrstvy (zdroj: autor)

Postup povolení a nastavení času v záložce *Time* byl opět stejný jako u pohybové animace. Po aktivaci funkce *Time Slider* a potvrzení parametrů byla celá animace přehrána. Z obr. 27 je viditelné, že během koncového času první vrstvy skutečně došlo k objevení druhé vrstvy s odlišnou symbolikou.





*Obr. 27: Animace změny viditelnosti v prostředí ArcMap (zdroj: autor)*

## 11. Animace bitvy v QGIS

Software QGIS je vybraným představitelem Open Temporal GIS. Podstatou animací vytvořených v jeho prostředí je práce s interpolací znaku v daném časovém rozmezí, které je určeno počátkem a koncem.

Před samotnou tvorbou animace bitvy bylo zapotřebí znázornit výchozí postavení obou vojsk, které bylo převzato z podkladové mapy. Jednotlivé jednotky byly znázorněny pomocí bodových znaků, kterým byla nastavena symbolizace dle připraveného znakového klíče. Poté bylo započato se samotnou tvorbou animace bitvy.

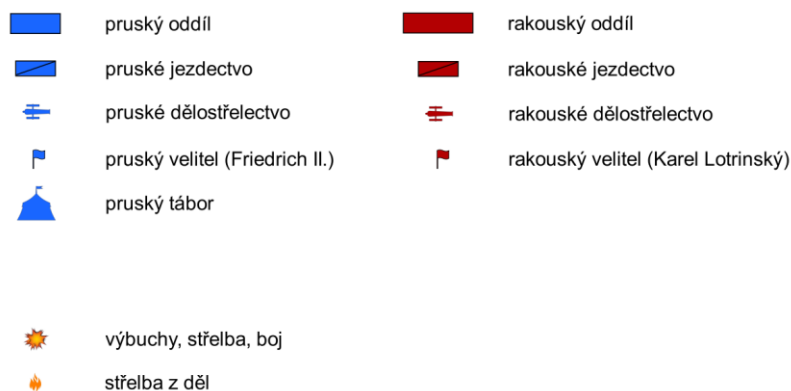
### 11.1 Znakový klíč

Znakový klíč, který byl pro tento účel vytvořen, vycházel převážně z podkladových map a ze znakového klíče NATO. Cílem bylo co nejvíce zachovat ráz podkladových map a zároveň vytvořit jasný a srozumitelný tematický obsah.

Barevné odlišení vojsk zůstalo zachováno, Rakušané jsou červení a Prusové naopak modří. Jednotlivé pěší oddíly jsou znázorněny obdélníky o různých rozměrech, které by měly ilustrovat velikost dané jednotky. V tomto ohledu však podkladové mapy neobsahují žádné bližší informace a tak jsou rozměry jednotek spíše orientační. To samé platí i u jezdecka, které je znázorněno přeškrnutým obdélníkem.

Dělostřelecké baterie jsou zakresleny symbolem kanonu, velitelé malým praporem a pruská ležení jsou zachycena symbolem stanu. Zatímco pro prvky v předchozím odstavci bylo využito symbolů z defaultní knihovny QGIS, zde byly použity volně dostupné symboly ve formátu svg, které byly upraveny dle potřeby.

Poslední skupinou znaků byly dynamické jevy, znázorňující střelbu z děl, výbuchy, střelbu a boj. Opět bylo využito upravených symbolů ve formátu svg. Vzhled všech symbolů je patrný v příloženém obr. 28.

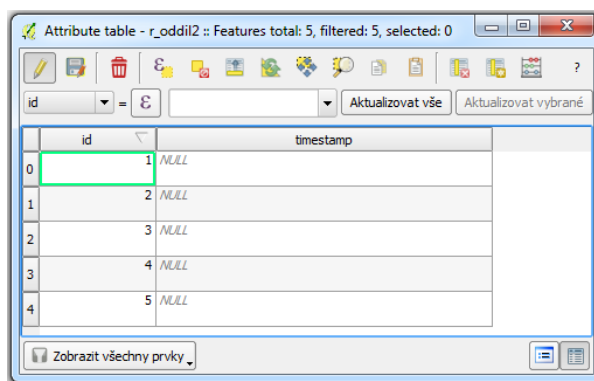


Obr. 28: Tematický znakový klíč v QGIS (zdroj: autor)

## 11.2 Pohybová animace

Základem animace byla vhodná podkladová data se správně upravenou atributovou tabulkou, jejíž konkrétní parametry byly již zmíněny v kapitole 5. Nejdříve se stanovila trasa pohybu oddílu, u níž byl bodově určen počátek, konec a mezilehlé body. Ty byly doplněny z toho důvodu, že se jednalo o nepřímou trasu s několika zakřiveními a *Time Manager* je schopen provádět animace pouze po přímé spojnici mezi dvěma body. Každý z bodů pak nesl svůj specifický identifikátor, a souřadnicovou polohu.

Podoba atributové tabulky je patrná z obr. 29. Jak je zřejmé, není v ní zapsána poloha bodu v souřadnicích X a Y, neboť tento údaj není v tomto případě pro samotnou tvorbu animace zapotřebí. Doplnění sloupců se souřadnicemi je vhodné např. v případě, že se pracuje s daty GPS.



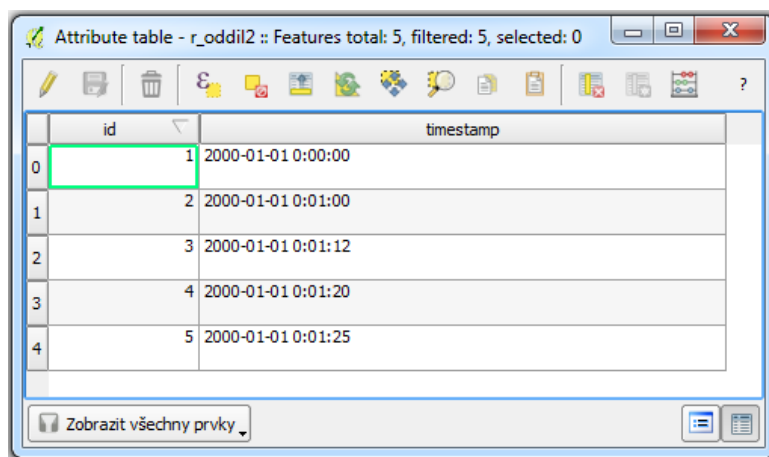
id	timestamp
1	NULL
2	NULL
3	NULL
4	NULL
5	NULL

Obr. 29: Atributová tabulka se sloupcem timestamp (zdroj: autor)

Dalším krokem bylo zapsání časových údajů do sloupce *timestamp*. U časových údajů bylo důležité dodržet stejný formát času jako je uveden na časové ose. Jeho znění je následující: *rok-měsíc-den hodina:minuta:sekunda*. Formát prvních třech údajů nelze nijak upravovat, u zbylých údajů je pak možno zkracovat či vypouštět nepotřebné nuly, pokud je dodrženo správné oddělení dvojtečkami.

Specifikem QGIS je omezení dané letopočtem. Pokud se pracuje s daty mladšími než je rok 1970, je vše v pořádku. Problém nastává u starších dat, neboť časové údaje starší roku 1970 nedokáže modul nahrát a zpracovat. Toto omezení je jedním z velkých nedostatků celého modulu a v současnosti jej nelze nijak vyřešit. Určitou možností je použití doplňkové funkce *Archaeological mode*, avšak ta dokáže pracovat jen s daty v řádech roků a navíc velmi často nefunguje správně.

Tento problém byl vyřešen ponecháním hodnot na defaultním nastavení, kterým byl 1. leden 2000, a zrušením ukazatele času ve výsledné animaci. Zároveň bylo opuštěno od přepočtu času vztaženého k průběhu animace na skutečný čas, neboť ani z podkladových map a odborné literatury nebylo zřejmé přesné rozmístění vojsk v konkrétních časech. Jednotlivé časy v průběhu pohybu oddílů tak byly určovány na základě terénu, velikosti jednotky a jejího typu. V důsledku toho se např. velké oddíly pohybovaly pomalu a naopak jezdeckvo se přesouvalo výrazně rychleji než pěší jednotky.

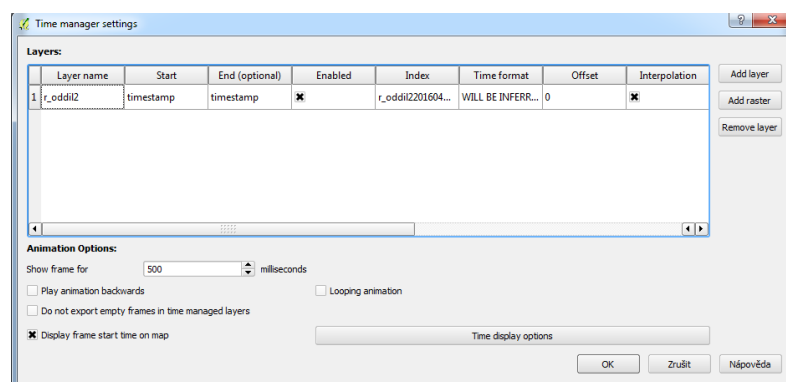


	id	timestamp
0	1	2000-01-01 0:00:00
1	2	2000-01-01 0:01:00
2	3	2000-01-01 0:01:12
3	4	2000-01-01 0:01:20
4	5	2000-01-01 0:01:25

Obr. 30: Atributová tabulka s časovými hodnotami (zdroj: autor)

Po určení trasy pohybu a doplnění konkrétních časových dat k jednotlivým bodům trasy bylo přistoupeno k nahrání vrstvy do modulu *Time Manager*. Přes tlačítko *Settings* bylo otevřeno základní dialogové okno modulu, v němž je možné nahrávat vrstvy a nastavovat parametry animace. Mezi tyto parametry se řadí časový krok framu, vizualizace času či opakování animace.

Krok framu je již v základu nastaven na nejvhodnější hodnotu pro lidské oko, případné úpravy pak krok buď zrychlí (snížení hodnoty) nebo zpomalí (zvýšení hodnoty). V záložce *Time display options* se dá nastavit typ písma, velikost, formát a pozice zobrazování ubíhajícího času animace. Při zaškrtnutí funkce *Looping animation* dojde k vytvoření cyklických opakování animace nezávisle na čase.

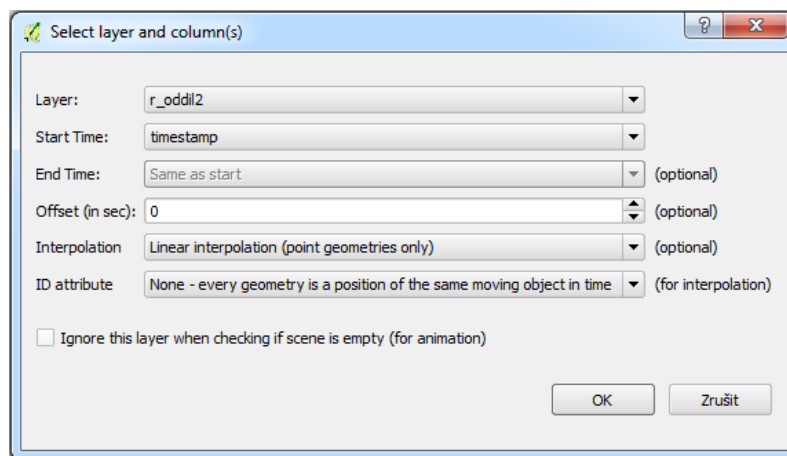


Obr. 31: Dialogové okno *Settings* (zdroj: autor)

Samotné nahrání vrstvy proběhlo skrze funkci *Add layer*, která otevřela dialogové okno s několika nastavitelnými hodnotami. Nejdříve byla vybrána požadovaná vrstvy v záložce *Layer*. Poté se v záložce *Start Time* vybral z nabídky sloupců v atributové tabulce dané vrstvy odpovídající sloupec s časovými hodnotami, tj. sloupec *timestamp*. Záložka *End Time* se obvykle ponechává na defaultní hodnotě, to samé platí i pro časové odsazení *Offset*.

Významnou funkcí celého modulu je funkce *Interpolation*, která v průběhu animace vypočítává a interpoluje pomocné body po celé trase pohybu objektu. Výsledkem je tak plynulá animace pohybu, přičemž plynulost animace je vyšší při použití o řád nižších časových jednotek, než jsou data v atributové tabulce – např.

pokud jsou hodnoty času v minutách, animace bude plynulejší při promítání v sekundách. Při nastavení interpolace je na výběr ze dvou variant, jednodušší pro bodové prvky a složitější pro obsahově větší sady dat. V tomto případě byla zvolena jednodušší interpolace pro bodové prvky.



Obr. 32: Nahrání animované vrstvy do modulu (zdroj: autor)

Po potvrzení se vybraná vrstva přidá do seznamu animovaných vrstev. Následně byly provedené změny potvrzeny a modul provedl aktualizaci a aktivaci časové osy, což se projevilo objevením času startu animace vedle tlačítka *Play*.

Jelikož byla při nahrávání vrstvy zaškrtnuta možnost interpolace, vytvořila se nová vrstva vyinterpolovaných bodů, která v animaci nahradila původní vrstvu. Této vrstvě tak byla nastavena symbolika podkladové vrstvy. Posledním krokem tvorby pohybové animace bylo její spuštění a kontrola správnosti průběhu celé animace. Jak je patrné z obr. 33, jednotka skutečně za daný časový úsek změnila svoji pozici.



*Obr. 33: Pohybová animace v prostředí QGIS (zdroj: autor)*

### **11.3 Změna viditelnosti**

Vstupními daty byla opět bodová vrstva. Přestože objekt za celou dobu animace nezmění svoji polohu, bylo zapotřebí opět určit počáteční a koncový bod animace. V tomto případě se jednalo o dva vzájemně se překrývající bodové znaky. Díky těmto dvěma bodům tak modul věděl, v jakém časovém rozmezí má objekt vykreslit. Počáteční bod určuje čas objevení, koncový bod pak čas zmizení oddílu. Atributová tabulka této vrstvy obsahuje u každého bodu specifický identifikátor a časový údaj v příslušném formátu.

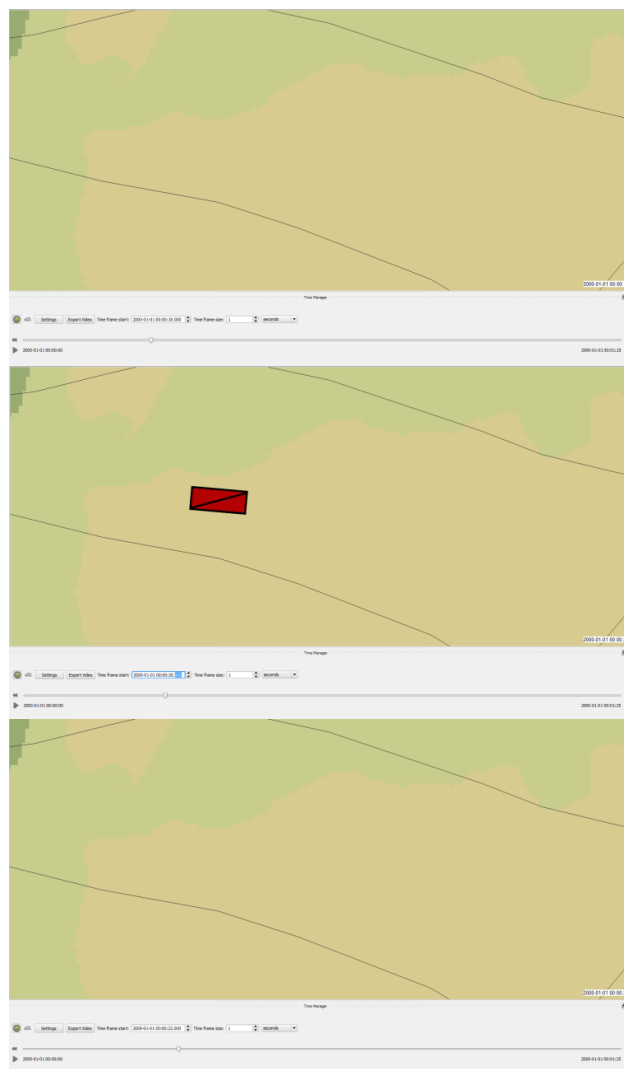
	id	timestamp
0	1	2000-01-01 0:00:19
1	2	2000-01-01 0:00:21

*Obr. 34: Atributová tabulka (zdroj: autor)*

Postup nahrání vrstvy do modulu Time Manager byl stejný jako v případě pohybové animace. Jediné, na co bylo třeba pamatovat, bylo povolení interpolace – bez jejího zapnutí by totiž nebyl jezdecký oddíl v průběhu animace vykreslen. Princip tohoto typu animace je tak v zásadě stejný jako u pohybové animace, neboť jsou opět interpolovány body ležící mezi počátečním a koncovým bodem. Specifikem je zde však to, že oba krajní body mají stejnou polohu a navzájem se překrývají, tudíž jsou mezilehlé body interpolovány stále v té samé oblasti.

Po nahrání vrstvy byla vytvořena nová vrstva s interpolovanými body, u níž se následně nastavila vhodná symbolizace. Tím byla animace připravena k přehrání a kontrole správnosti jejího průběhu. V tomto případě se měl jezdecký oddíl objevit v čase 19 sekund a zmizet v čase 21 sekund. Na přiloženém obr. 35 je vidět, že tomu tak doopravdy bylo.





*Obr. 35: Animace změny viditelnosti v prostředí QGIS (zdroj: autor)*

## 11.4 Změna symboliky

Tento typ animace je doménou především programů pracujících s vektorovou grafikou (Adobe Flash, SVG) a možnosti QGIS jsou v tomto případě značně omezené. Hlavním problémem je to, že nedokáže provést změnu symboliky během času v rámci jedné vrstvy. Bylo tak nutné využít postupu, který spočíval v použití dvou bodových vrstev a jejich následného propojení.

Podkladová data byla v tomto případě tvořena dvěma bodovými vrstvami. Každá z nich měla vlastní počáteční a koncový bod a odlišnou symbolizaci. Základní podmínkou bylo to, že koncový bod první vrstvy musel být polohově totožný

s počátečním bodem druhé vrstvy. Totéž platilo i o časech těchto bodů, kdy čas konce první vrstvy byl zároveň časem začátku druhé vrstvy.

The image shows two screenshots of attribute tables from a GIS application. The top window displays the attribute table for layer 'r\_oddil13', which contains 4 features. The bottom window displays the attribute table for layer 'r\_oddil13a', which contains 2 features. Both tables have columns for 'id' and 'timestamp'.

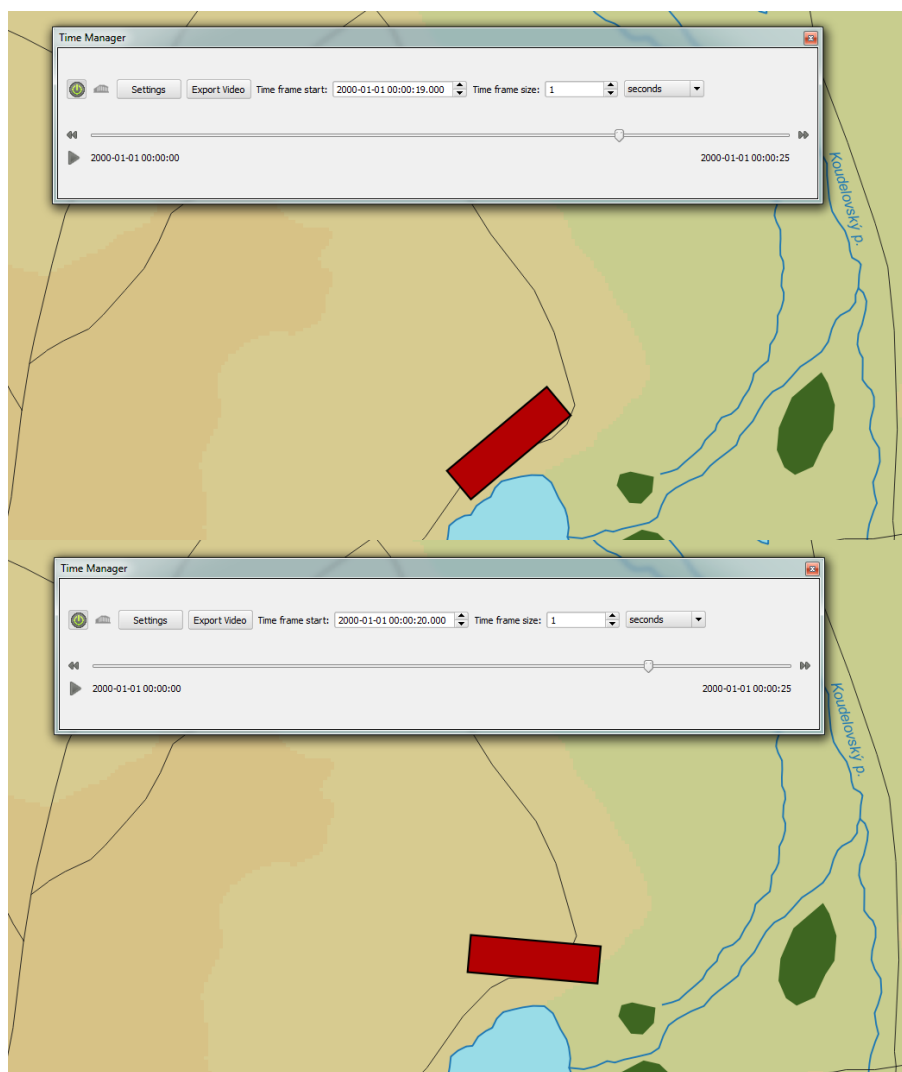
	id	timestamp
0	1	2000-01-01 0:00:00
1	2	2000-01-01 0:00:05
2	3	2000-01-01 0:00:15
3	4	2000-01-01 0:00:20

	id	timestamp
0	1	2000-01-01 0:00:20
1	2	2000-01-01 0:00:25

Obr. 36: Atributové tabulky pro obě vrstvy s časovými údaji (zdroj: autor)

Při nahrání do modulu Time Manager bylo nutné pamatovat na povolení interpolace, zbylé nastavení animace bylo stále stejné. Poté byla obou nově vytvořeným vrstvám nastavena příslušná symbolika a vzniklá animace byla přehrána. Z obr. 37 je viditelné, že během koncového času první vrstvy skutečně dojde k objevení druhé vrstvy s odlišnou symbolikou.



*Obr. 37: Animace změny symboliky v prostředí QGIS (zdroj: autor)*

## 12. Finalizace animace

Po vytvoření obou animací bitvy u Chotusic v softwarech ArcMap a QGIS bylo přistoupeno k jejich dokončení. To spočívalo v doplnění základních kompozičních prvků dle platných kartografických pravidel. Jak uvádí Voženílek (1999), jedná se o název, legendu, měřítko, směrovku a tiráž. Tvorba těchto prvků v obou softwarech je uvedena v následujícím textu. Závěrečným krokem pak byl export obou animací do video formátu AVI.

### 12.1 Kompoziční prvky v ArcMap

Doplnění kompozičních prvků je v prostředí ArcMap jednoduché, neboť software umožňuje jejich automatickou tvorbu na základě použitých dat. Vložení těchto prvků probíhá přes záložku *Layout View*, která slouží k rozvržení umístění mapového pole a okolních prvků na zvoleném formátu papíru. V tomto případě se jednalo o formát A2 o rozměru 420 x 594 mm. Značnou výhodou je pak možnost přehrávání animace i v této záložce.





























#### Název mapy

Název mapy a její časové vymezení byly vloženy funkcí *Insert* ve formě textových polí.

#### Legenda

Náplň legendy tvořily dvě složky. V tematické složce se nacházely všechny znaky, které se týkaly vojsk a dynamických jevů. Naopak topografická složka se skládala z polohopisných a výškopisných prvků. Celé rozložení legendy bylo určeno na základě dostupného volného prostoru v pravé části dané plochy.

Při automatickém generování legendy přes funkci *Insert* byly v jednotlivých dialogových oknech navoleny použité vrstvy a parametry výsledného zobrazení. Po vytvoření legendy byly upraveny popisky jednotlivých prvků, které byly následně seskupeny do jednotlivých kategorií. Tímto krokem byla celá tvorba legendy dokončena, její výsledná podoba je ukázána na obr. 38.

	pruský oddíl		rakouský oddíl
	pruské jezdectvo		rakouské jezdectvo
	pruské dělostřelectvo		rakouské dělostřelectvo
	pruský velitel (Friedrich II.)		rakouský velitel (Karel Lotrinský)
	pruský tábor		
	střelba z děl		
	výbuchy, střelba, boj		
	kostel	<b>Nadmořská výška</b>	
	významná cesta		pod 210 m. n. m.
	cesta		210 - 220 m. n. m.
	sídlo		220 - 230 m. n. m.
	opevněné sídlo		230 - 240 m. n. m.
	významný vrch		240 - 250 m. n. m.
	vodní tok		250 - 260 m. n. m.
	vodní plocha		260 - 270 m. n. m.
	lesní plocha		nad 270 m. n. m.

Obr. 38: Legenda mapy v prostředí ArcMap (zdroj: autor)

## Směrovka

Směrová šipka byla dodána skrze funkci *Insert*, přičemž jí bylo nastaveno stočení 7 stupňů dle použitého Křovákova zobrazení a doplněno textové označení severu.

## Měřítko

Pomocí funkce *Insert* bylo doplněno jak číselné, tak i grafické měřítko. U grafického měřítka byl dle kartografických pravidel vhodně upraven jeho rozsah a krajní hodnoty.

## Tiráž

Posledním kompozičním prvkem byla tiráž, která obsahovala jméno autora a místo vyhotovení. Vložena byla jako textové pole přes funkci *Insert*.

## 12.2 Kompoziční prvky v QGIS

Tvorba kompozičních prvků v prostředí QGIS je značně složitější než v případě softwaru ArcMap. Základním problémem je to, že je lze vkládat pouze v rámci funkce *Tvůrce mapy*, kde však zase nefungují animace vytvořené v modulu Time Manager. Nabízí se tak dvě řešení – prvky vložit ručně přímo vedle mapového pole anebo je později dodat k jednotlivým exportovaným framům. Vzhledem ke složitosti a náročnosti druhého řešení bylo nakonec přistoupeno k první metodě.

### Název mapy

Text, který by nesl název mapy a její časové vymezení, nebylo možné vložit jako volné textové pole, neboť QGIS tuto funkci neumožňuje. Název mapy a podtitul s časovým zasazením tak bylo nutné vložit jako popisek bodového prvku, u něhož byla potlačena symbolizace samotného bodu a zachován pouze text.

### Legenda




























Samotná náplň mapové legendy byla opět rozdělena na dvě složky. Tematická složka zahrnovala všechny znaky týkající se vojsk a dynamických jevů, zatímco topografická složka obsahovala polohopisné a výškopisné prvky. Jejich rozložení bylo dáno možnostmi volného prostoru, který byl k dispozici napravo od mapového pole.

Automatické generování legendy v QGIS je prakticky shodné s ArcMap. V jednotlivých dialogových oknech je tak možné si zvolit použité vrstvy a výslednou podobu legendy. V tomto případě jej však nebylo možno použít a tak bylo zapotřebí celou legendu vytvořit ručně.

Ruční tvorba animace spočívala ve vizualizaci mřížky o vhodném intervalu v osách X a Y, na jejímž podkladě byla rozvržena poloha všech prvků legendy. Poté byla poloha každého z nich zaznamenána jedním bodovým prvkem, který zároveň ve své atributové tabulce nesl textový sloupec s popisem (např. sídlo, vodní tok aj.). Na základě tohoto sloupce pak byly vhodně nastaveny a vygenerovány všechny vysvětlivky, tj. textová část legendy.

Samotná symbolika prvků přesně kopírovala znakový klíč použitý v animaci. U bodových prvků nebyl problém nastavit odpovídající vizualizaci, avšak u linií a polygonů byla situace o poznání složitější. Při pokusu nastavit popisky přímo k nim nebylo možno zachovat jednotné zarovnání legendy, obzvláště ve svislém směru. Došlo tak ke kombinaci symbolizace liniových a plošných objektů s popisky z bodových prvků, u kterých byl vypuštěn samotný znak prvku.

Výsledkem tohoto postupu pak byla mapová legenda, která svým vzhledem odpovídala standardům kartografické tvorby. Její vzhled je patrný z příloženého obr. 39.

	pruský oddíl		rakouský oddíl
	pruské jezdeckvo		rakouské jezdeckvo
	pruské dělostřelectvo		rakouské dělostřelectvo
	pruský velitel (Friedrich II.)		rakouský velitel (Karel Lotrinský)
	pruský tábor		
	výbuchy, střelba, boj		
	střelba z děl		
	kostel	<b>Nadmořská výška</b>	
	významná cesta		pod 210 m. n. m.
	cesta		210 - 220 m. n. m.
	sídlo		220 - 230 m. n. m.
	opevněné sídlo		230 - 240 m. n. m.
	významný vrch		240 - 250 m. n. m.
	vodní tok		250 - 260 m. n. m.
	vodní plocha		260 - 270 m. n. m.
	lesní porost		nad 270 m. n. m.

Obr. 39: Legenda mapy v prostředí QGIS (zdroj: autor)

## Směrovka

I u směrovky byla použita ruční tvorba, kdy byla vybranému bodovému znaku dána symbolizace směrové šipky ve formátu SVG, doplněná o textový popis polohy severu.

## **Měřítko**

Při pokus o vložení měřítka se vyskytl stejný problém, jako v případě legendy. Automatické vkládání bylo možné jen ve funkci *Tvůrce mapy*, což vedlo k hledání alternativního řešení. Nakonec se jako nejjednodušší způsob ukázalo použití pouze číselné měřítka v podobě popisku bodu s potlačenou symbolizací. Ač by šlo grafické měřítko zkonstruovat i ručně, jednalo by se o velmi komplikovaný postup s částečně nepřesným výsledkem.

## **Tiráž**

Závěrečným kompozičním prvkem byla tiráž, která zahrnovala jméno autora a místo vyhotovení. Její vytvoření proběhlo stejně jako v případě názvu mapy, tj. popiskem bodové vrstvy bez symbolizace.

## **12.3 Export animací**

Posledním krokem při tvorbě animací bitvy byl jejich finální export do video formátu AVI, který pak následně umožňuje jejich opětovné přehrání prakticky ve všech video přehrávačích. Oba softwary mají k tomuto účelu vyhrazeny specifické funkce, které již byly zmíněny v kapitole 6.

### **Export animace v ArcMap**

Teoretická podstata exportu animace v ArcMap je jednoduchá. Aktivní posuvník času obsahuje funkci *Export Animation*, po jejímž spuštění je zvolen formát a podoba exportu. Na výběr je mezi úplným videem ve formátu AVI nebo jednotlivými snímky v daném časovém kroku. Na základě těchto údajů pak program animaci přehraje a zároveň vyexportuje do příslušné složky.

Při aplikaci tohoto postupu na vytvořenou animaci však bylo zjištěno, že ji ArcMap není schopen vyexportovat dle nastavených parametrů. Problémem bylo hlavně to, že nedodržel časový krok framů a většina získaných animací obsahovala pouze počáteční a koncový stav, tj. dva krajní framy. I přes použití nápovědy programu



a aplikace řady postupů z odborných fór nebylo možné získat požadovaný výsledek, což vyústilo v nutnost hledat jinou možnost záznamu animace.

V důsledku těchto problémů bylo přistoupeno k zachycení animace pomocí externího softwaru. Použit byl volně dostupný program Bandicam, který umožňuje nahrávat danou oblast plochy a výsledek uložit přímo do formátu AVI. Použitý postup byl takový, že v prostředí ArcMap byla z posuvníku času spuštěna celá animace a její průběh byl zároveň v příslušném rozsahu obrazovky nahráván daným softwarem. Výsledkem tak byla animace bitvy z prostředí ArcMap v požadovaném formátu AVI.

### **Export animace v QGIS**

Na rozdíl od předchozího softwaru je export animace z prostředí QGIS značně jednodušší. Základem je funkce *Export animation* v modulu Time Manager, po jejímž spuštění se objeví dialogové okno s výběrem formátu a nastavením parametrů framů. Nevýhodou QGIS je možnost exportu pouze jako jednotlivých framů. Na základě uvedených údajů pak software animaci přehraje a zároveň vyexportuje snímky do příslušné složky.

Samotný export framů proběhl dle výše uvedeného postupu zcela bez problémů. Jelikož však byl požadovaným formátem animace AVI, bylo zapotřebí nalézt způsob, jak samostatné framy převést do videa. K tomuto účelu bylo použito free online softwaru GIFMaker.me, který za všech nahraných snímků vytvořil výslednou animaci v požadovaném video formátu.

### 13. Diskuze a srovnání animací

Po dokončení obou animací mohlo být přistoupeno k jejich vzájemnému porovnání a rozhodnutí, který z použitých Temporal GIS je pro tvorbu animací bitev a kartografických animací obecně vhodnější. V následujícím textu bude při srovnávání kladen důraz jak na vizuální podobu animací, tak i na pracovní prostředí a postupy tvorby v obou softwarech.

Na úvod je vhodné zmínit pracovní prostředí obou softwarů. ArcMap i QGIS mají uživatelsky přívětivá prostředí, která se v mnoha ohledech podobají. Obecně lze říci, že ArcMap je komplexnější a nabízí více pracovních nástrojů. Oproti tomu QGIS je o něco jednodušší a nástrojově chudší, avšak jeho podpora zásuvných modulů mu umožňuje individuální přizpůsobení a doplnění potřebných nástrojů. Jeho nespornou výhodou je také česká lokalizace. Skutečnost, že je QGIS volně stažitelný a ArcMap placený software, je v tuto chvíli ponechána stranou. Z hlediska pracovního prostředí jsou tak oba programy rovnocenné a volba je na uživateli a jeho preferenci.

V případě vektorové tvorby a přípravy podkladových dat pro bitvu už byla znát převaha ArcMapu, který nabízí mnohem širší možnosti vektorové a rastrové tvorby. Nejvíce QGIS zaostává v případě tvorby polygonů určitého tvaru, jakými jsou např. obdélníky či čtverce. Navíc dostupné moduly, které měly tento nedostatek nahradit, velmi často nefungovaly správně. ArcMap vede i v případě popisků vektorových vrstev, které jsou též mnohem lépe řešeny než v případě QGIS. V této oblasti je jednoznačným vítězem ArcMap.

Lepší nástroje vektorové tvorby však neznamenají, že by v případě tvorby kartografických animací byl automatickým vítězem ArcMap. Základní princip a metodický postup tvorby animací v obou softwarech je v zásadě stejný – jednotlivým objektům se do atributové tabulky zapisují časové údaje. Rozdíl nastává v samotném vykreslení animace, neboť programy fungují na rozdílných přístupech, které byly popsány v kapitole 5.

QGIS je ideální pro tvorbu pohybových animací, neboť jeho animace fungují na principu lineární interpolace mezi klíčovými body. To umožňuje vytvářet delší a složitější animace pohybu, které mají zajištěnou vhodnou plynulost a návaznost. Nevhodný je však pro tvorbu animací změny viditelnosti, protože zde dochází

k vytváření duplicitních bodů s rozdílnými časy a náročné interpolaci mezi dvěma body o stejných souřadnicích.

Naproti tomu výhoda ArcMap spočívá v možnosti určení délky viditelnosti objektu, která je základním principem animací v něm vytvářených. U animací změn viditelnosti tak postačí nastavit počáteční a koncový čas, bez nutnosti vytvářet duplicitní bod jako v případě QGIS. Avšak pro vytváření pohybových animací je ArcMap zcela nevhodný. Tvorba takové animace je totiž velmi náročná na určení polohy a intervalů jednotlivých bodů, přičemž nikdy nebude zaručena plynulost animace jako u QGIS.

Výsledná animace bitvy se z valné většiny skládá z pohybových animací, což má za následek jasné vítězství QGIS. ArcMap je zde vhodnější především pro tvorbu dynamických jevů, kterými jsou krátkodobá bodová znázornění boje či výbuchů. Změna symboliky je pak komplikovaná nezávisle na pracovní prostředí a její tvorba je v obou programech prakticky totožná.

Předposlední oblastí, v níž budou programy srovnány, je přehrávání animace bitvy a její export. Funkce pro tyto činnosti jsou v ArcMap i QGIS opět totožné. Pokud se jedná o přehrávání, vede jednoznačně ArcMap. Ten totiž umožňuje přehrání animace okamžitě po jejím vytvoření a se zachováním nastavené symboliky. Oproti tomu QGIS má velkou nevýhodu v tom, že nedokáže uchovat již nastavenou symboliku. Každé otevření projektu či přidání nové animované vrstvy spustí automatické generování interpolovaných vrstev s defaultní symbolikou, které poté přepíše již dříve vytvořené vrstvy se změněnou symbolikou. Animace v QGIS tak není možné v průběhu tvorby kontrolně přehrávat bez nutnosti opakovaného nastavování jednotlivých znaků, což je v případě bitvy o stovce vrstev vcelku zásadní komplikace.

Export vytvořené animace je teoreticky lepší v ArcMap, který umožňuje uložení do formátu videa či jednotlivých snímků. Prakticky se však export z neznámých příčin nezdařil a tak nebylo možné ověřit, zda je lepší než v QGIS. QGIS umožňuje export jen ve formě jednotlivých framů, které se následně musí pomocí externího programu převést na video. Na druhou stranu je komplikovanější postup vyklopen spolehlivostí a bezproblémovostí.

Závěrečnou kategorií je výsledná podoba a vzhled animací bitvy. Animace vytvořená v QGIS působí esteticky velmi dobře, jednotlivé pohyby jsou vcelku plynulé

a navazující. Za nedostatek je možné označit horší znázornění bojů a výbuchů a celkově sníženou ostrost v důsledku exportu z QGIS. Naproti tomu dojem z animace vytvořené v ArcMap je mnohem horší. Celá animace působí trhavým dojmem, pohyby jsou často velmi skokové a znesnadňují orientaci v trase pohybu. Výborné je však znázornění bojů a výbuchů, které je mnohem popisnější než u QGIS. Také tato animace není tolik ostrá a některé prvky působí skoro až zubatým dojmem. Celkově tak vzhledově lépe působí animace z QGIS.

Z celkového srovnání tak vychází lépe animace bitvy vytvořená v prostředí QGIS. I přes určité nedostatky, jakými jsou omezené možnosti vektorové tvorby či neuchování symboliky již interpolovaných vrstev, je QGIS pro tvorbu animací bitev vhodnějším nástrojem než ArcMap.

## 14. Závěr

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo analyzovat a porovnat možnosti tvorby kartografických animací v prostředí vybraného komerčního a Open Temporal GIS včetně stanovení metodického postupu, jak vytvořit animaci bitvy na základě starých mapových podkladů. Vedlejším cílem pak bylo představit problematiku znázornění času v mapách a provést podrobný rozbor kartografických animací včetně popisu hlavních způsobů jejich tvorby.

V teoretické části práce byla na základě informací z podkladové literatury podrobně rozebrána problematika času v kartografii a kartografických animací. Ze získaných poznatků byl vytvořen metodický postup tvorby animace bitvy v prostředí GIS, který je komplexní a zcela funkční. Jeho výstupem je animace bitvy, kterou je možné přehrávat v libovolném přehrávači podporujícím formát AVI.

Z výsledných animací bitvy u Chotusic je patrné, že je prostředí GIS, třebaže dnes není k tomuto účelu příliš využíváno, pro tvorbu kartografických animací velmi vhodné. Celkově ze vzájemného srovnání vyšel lépe Open software QGIS, který je v případě animací lepší než komerční ArcMap. Avšak i QGIS má určité nedostatky, které by bylo vhodné do budoucna vyřešit a odstranit, neboť potenciál v něm skrytý je vskutku velký.

## 15. Seznam literatury

BĚLINA, P. (2008): Válka o dědictví rakouské (1740-1748). [online] Dostupné z <[https://is.muni.cz/el/1441/jaro2008/De2BP\\_ORNO/um/Valka\\_o\\_dedictvi\\_rakouske.pdf](https://is.muni.cz/el/1441/jaro2008/De2BP_ORNO/um/Valka_o_dedictvi_rakouske.pdf)> [cit. dne 10. 4. 2016]

BĚLINA, P., ČORNEJ, P. (1993): Slavné bitvy naší historie. 1. vydání. Most: MARSYAS, 1993. 271 s. ISBN 80-901606-1-1.

BRAŠNOVÁ, K. (2012): Kartografické metody pro vizualizaci časových změn prostorových dat. Diplomová práce. [online] Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta aplikovaných věd, Katedra matematiky, 2012. 83 s. Dostupné z <<https://otik.uk.zcu.cz/handle/11025/3688>> [cit. dne 10. 2. 2016]

BRŮNA, V., KŘOVÁKOVÁ, K. (2006): Využití starých map středního a velkého měřítko pro sledování vývoje lesů. [online] Dostupné z <<http://bruna.geolab.cz/files/oldmaps/srni.pdf>> [cit. dne 5. 4. 2016]

ČAPEK, R. (1997): Planetární geografie. Dotisk. Praha: Karolinum, 1997. 83 s. ISBN 80-7066-698-6.

ČAPEK, R., MIKŠOVSKÝ, M., MUCHA, L. (1992): Geografická kartografie. 1. vydání. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1992. 373 s. ISBN 80-04-25153-6.

ČSN 73 0406 (1984): Názvosloví kartografie, 1984.

HAUSEROVÁ, M., POLÁKOVÁ, J. (2015): Pomůcka pro používání základních historických map. [online] Dostupné z <<http://www.pamatky-facvut.cz/download/dokumenty/pomucka.pdf>> [cit. dne 5. 4. 2016]

HUSÁK, K. (2012): Mapa bitvy u Slavkova. Bakalářská práce. [online] Brno: Masarykova Univerzita, Přírodovědecká fakulta, Geografický ústav, 2012. 40 s. Dostupné z <[http://is.muni.cz/th/356771/prif\\_b/thesis.pdf](http://is.muni.cz/th/356771/prif_b/thesis.pdf)> [cit. dne 21. 3. 2016]

KAŇOK, J. (2007): Kartografické vyjádření dynamiky prostorových jevů. [online]. Dostupné z <[http://gis.vsb.cz/GIS\\_Ostrava/GIS\\_Ova\\_2007/sbornik/Referaty/Sekce7/Clanek-Kanok.pdf](http://gis.vsb.cz/GIS_Ostrava/GIS_Ova_2007/sbornik/Referaty/Sekce7/Clanek-Kanok.pdf)> [cit. dne 20. 2. 2016]

KOBBEN, B., YAMAN, M. (1995): Evaluating Dynamic Visual Variables. [online] Dostupné z <<http://cartography.geo.uu.nl/ica/Madrid/kobben.html>> [cit. dne 1. 3. 2016]

Kronoskaf (2014): Prussian Artillery Equipment. [online] Dostupné z <[http://www.kronoskaf.com/syw/index.php?title=Prussian\\_Artillery\\_Equipment](http://www.kronoskaf.com/syw/index.php?title=Prussian_Artillery_Equipment)> [cit. dne 12. 4. 2016]

LOBBEN, A. (2003): Classification and Application of Cartographic Animation. [online] *The Professional Geographer*, 55(3), 2003, s. 318 – 328. Dostupné z <[http://geog.uoregon.edu/geocog/information/library/lobben\\_03\\_classification.pdf](http://geog.uoregon.edu/geocog/information/library/lobben_03_classification.pdf)> [cit. dne 16. 2. 2016]

NOVÁK, J. (2012): Georeferencování prvního vojenského mapování Rakouska – Uherska. Diplomová práce. [online] Praha: České vysoké učení technické, Fakulta stavební, Obor geodézie a kartografie, 2012. 70 s. Dostupné z <<http://geo.fsv.cvut.cz/proj/dp/2012/jan-novak-dp-2012.pdf>> [cit. dne 18. 4. 2016]

PERNES, J. a kol. (2003): Pod císařským praporem. Historie habsburské armády 1526 – 1918. 1. vydání. Praha: Elka Press, 2003. 560 s. ISBN 80-902745-5-2.

RÁJA, J. (2008): Návrh školního atlasu slavných bitev české historie. Bakalářská práce. [online] Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Katedra geografie, 2008. 78 s. Dostupné z <<http://geography.upol.cz/bp-2008-ucitelstvi-geografie>> [cit. dne 27. 3. 2016]

SADÍLEK, O. (2012): Možnosti vizualizace prostorových a animovaných geografických dat. Bakalářská práce. [online] Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Katedra geografie, 2012. 40 s. Dostupné z <[http://geography.upol.cz/soubory/studium/bp/2012-rg/2012\\_Sadilek.pdf](http://geography.upol.cz/soubory/studium/bp/2012-rg/2012_Sadilek.pdf)> [cit. dne 20. 4. 2016]

SKALNÍK, M. (2012): Dělostřelectvo v polní bitvě. [online] Dostupné z <<https://www.flamberg.cz/delostrelectvo-v-obdobi-tricetilete-valky/40-delostrelectvo-v-polni-bitve>> [cit. dne 12. 4. 2016]

ŠTĚRBA, Z. (2010): Explorační metody kartografické vizualizace. [online]. Dostupné z <[https://is.muni.cz/www/64052/Exploracni\\_metody\\_kartograficke\\_vizualizace.pdf](https://is.muni.cz/www/64052/Exploracni_metody_kartograficke_vizualizace.pdf)> [cit. dne 20. 2. 2016]

VÍT, L. (2009): Možnosti animací v geoinformatice a kartografii. Seminární práce. [online] Praha: Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, Katedra aplikované geoinformatiky a kartografie, 2009. 19 s. Dostupné z <<http://docplayer.cz/3056745-Moznosti-animaci-v-geoinformatice-a-kartografii.html>> [cit. dne 1. 3. 2016]

VÍT, L. (2010): Znázornění času v kartografických dílech na příkladu map historických bitev. Diplomová práce. Praha: Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, Katedra aplikované geoinformatiky a kartografie, 2010. 104 s.



VOŽENÍLEK, V. (1999): Aplikovaná kartografie I. – tematické mapy. 1. vydání.  
Olomouc: Vydavatelství UP, 1999. 168 s. ISBN 80-7067-971-9.

Wikipedie (2016): Animace. [online]. Dostupné z  
<<https://cs.wikipedia.org/wiki/Animace>> [cit. dne 2. 3. 2016]

## **16. Seznam příloh**

Příloha 1: Tabulka identických bodů

Příloha 2: Ukázka výsledné animace v prostředí ArcMap

Příloha 3: Ukázka výsledné animace v prostředí QGIS

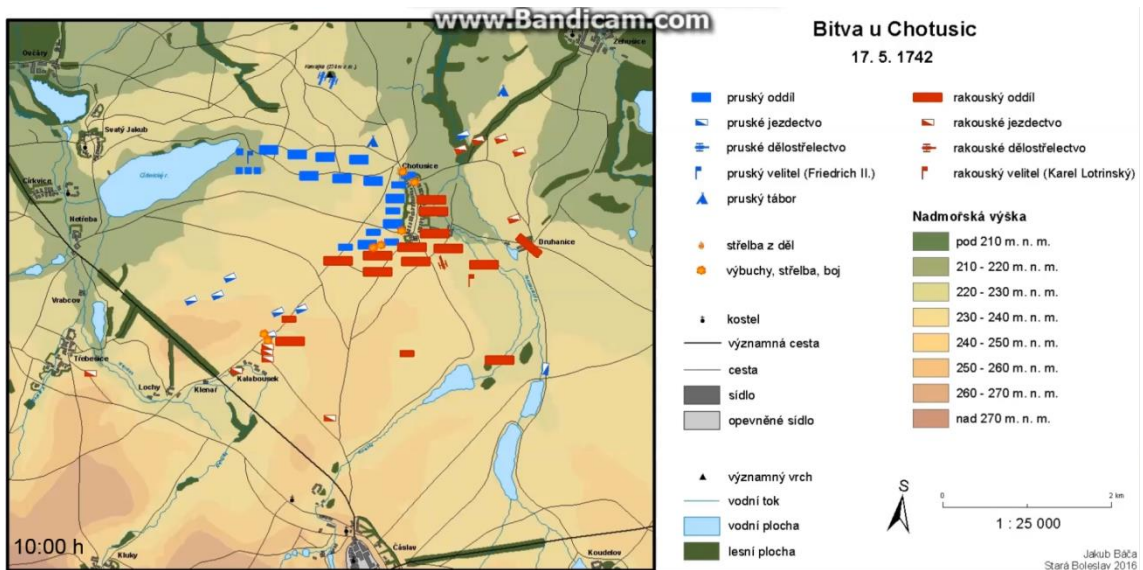
Příloha 4: CD s elektronickou verzí práce a oběma výslednými animacemi

## Příloha 1: Tabulka identických bodů

Číslo IB	Podkladová mapa		S – JTSK		Odchylky		
	X	Y	X	Y	X	Y	$\Delta XY$
1	0,3917	0,1882	675636,35	1067289,18	3,7760	-0,4332	3,8007
2	0,2532	0,1958	679806,26	1067170,50	5,2890	-72,0430	72,2369
3	0,3731	0,3148	676631,12	1071150,90	-84,0869	-44,5350	95,1524
4	0,3495	0,3059	677170,91	1070760,26	59,7225	0,4678	59,7243
5	0,2987	0,2722	678710,52	1069645,30	-52,2051	-68,6878	86,2751
6	0,4578	0,3099	674086,74	1071112,51	-93,3552	103,4530	139,3470
7	0,3950	0,2072	675584,15	1067923,22	9,3062	-41,1013	42,1416
8	0,2557	0,2542	679903,70	1068987,81	-3,4956	-92,2848	92,3510
9	0,3798	0,1714	675987,24	1066779,96	-37,0034	-39,4318	54,0751
10	0,3736	0,3032	676533,87	1070775,30	-35,1627	-23,0100	42,0223
11	0,2565	0,1774	679678,80	1066465,41	-15,0515	81,2410	82,6236
12	0,2054	0,1566	681169,47	1065749,45	-32,0749	4,9254	32,4508
13	0,2427	0,1474	679923,64	1065344,10	69,7296	243,0760	252,8800
14	0,4344	0,1984	674387,68	1067832,73	-0,3663	-101,5080	101,5080
15	0,4928	0,2222	672661,27	1068657,57	40,6049	-18,3602	44,5629
16	0,2185	0,3355	681231,54	1071281,97	7,9454	-12,8053	15,0705
17	0,2369	0,1997	680273,61	1067213,89	39,5646	-45,1174	60,0078
18	0,4535	0,3719	674178,39	1072973,11	116,8630	126,155	171,9650

Poznámka: Všechny uvedené hodnoty jsou v metrech.

## Příloha 2: Ukázka výsledné animace v prostředí ArcMap



## Příloha 3: Ukázka výsledné animace v prostředí QGIS

