

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

PRAHA 2021

Bc. Josef MÜNZBERGER

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ
STUDIJNÍ PROGRAM GEODÉZIE A KARTOGRAFIE
OBOR GEODÉZIE, KARTOGRAFIE A GEOMATIKA



DIPLOMOVÁ PRÁCE

DANTOVO PEKLO JAKO ARCGIS STORY MAP

Vedoucí práce: Doc. Ing. Jiří Cajthaml, Ph.D.

Katedra geomatiky

Květen 2021

Bc. Josef MÜNZBERGER

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Münzberger Jméno: Josef Osobní číslo: 458880
 Zadávající katedra: Katedra geomatiky
 Studijní program: Geodézie a kartografie
 Studijní obor: specializace Geomatika

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Dantovo peklo jako ArcGIS Story Map
 Název diplomové práce anglicky: Dante's Inferno as an ArcGIS Story Map

Pokyny pro vypracování:

Práce bude zaměřena na vytvoření aplikace ArcGIS Story Map s tématem Dantova pekla. V práci bude provedena rešerše technologie i existujících map s příběhem. V aplikaci bude propojeno literární dílo s kartografickými výstupy (představy o rozložení pekla v díle Dante Alighieriho, Galileovy přednášky o tvaru a geometrii pekla), případně dalšími audiovizuálními prvky.

Seznam doporučené literatury:

1. <https://storymaps.arcgis.com/>, ArcGIS StoryMaps
2. KLADIVOVÁ, L. Zpracování internetové mapové aplikace v prostředí Esri Story Maps pro projekt Český historický atlas, bakalářská práce, ČVUT v Praze, 2018.
3. BOČKOVÁ, S. Využití aplikace Story Maps pro vzdělávací účely, diplomová práce, UPOL Olomouc, 2018.
4. DANTE, Alighieri. Božská komedie. Praha: Academia, 2009. ISBN 978-80-200-1762-8.
5. LANDAVERDE CORTÉS, N. A. CONCEPTUAL FRAMEWORK FOR INTERACTIVE CARTOGRAPHIC STORYTELLING, Doctoral thesis, University of Twente, 2018.
6. Caquard, S.; Cartwright, W. Narrative Cartography: From Mapping Stories to the Narrative of Maps and Mapping, The Cartographic Journal 51(2), 2014.

Jméno vedoucího diplomové práce: doc. Ing. Jiří Cajthaml, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 15.2.2021 Termín odevzdání diplomové práce: 14.5.2021
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

23.2.2021

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

ABSTRAKT

Předložená diplomová práce pojednává o literárním konceptu Dantova *Inferna*, který zkoumá z hlediska kartografie. Analyzuje data obsažená v textu básně a vyvozuje z nich parametry, geometrii a matematické rovnice struktury podsvětí.

Práce se otevírá otázkami a zamyšlením nad vztahem mapy a příběhu; oba pojmy nejprve definuje a dále navazuje teorií narativní struktury s přesahem do vizuálního, kartografického storytellingu. Poté následuje představení produktů společnosti Esri, zejména webové aplikace ArcGIS StoryMaps, která slouží k tvorbě map s příběhem.

Hlavní část práce se věnuje rekonstrukci prvotní vědecké debaty o tvaru, lokaci a rozměrech Dantova *Inferna*. Kriticky hodnotí dialog mezi literaturou a kartografií, jenž se začal odehrávat počátkem 16. století, a na základě Galileových přednášek podrobně zkoumá modely Manettiho a Vellutella. Detailně analyzuje především Manettiho verzi za účelem její reprodukce pomocí moderních metod kartografie; praktický výstup práce byl realizována ve formě StoryMap.

Současně se práce ohlíží za vlivem Dantovy *Komedie* na vnímání světa v průběhu doby, resp. odrazem tohoto díla v geografii, kartografii, či astronomii. Práce je prosta náboženských či filozofických diskusí o existenci *Pekla*. Nechává se vést literárním dílem (či jeho interpretacemi), které od svého vzniku rezonuje společností, a k němuž zaujímá teoretický přístup.

KLÍČOVÁ SLOVA

Peklo, Dante, Manetti, Vellutello, Galileo, StoryMap, mapy s příběhem, ArcGIS, mappae mundi, staré mapy

ABSTRACT

Presented thesis analyses a literature concept of Dante's Inferno from a cartographic point of view. It seeks for data within the verses which can be used to determine the exact position, size, and dimensions of *hell*.

The introduction is dedicated to the question of relationship between map & story. Both terms are defined and consequently presented within the narrative structure theory followed up by exploring interactive cartographic storytelling. Next chapters involve an outline of Esri products as well as detailed presentation of ArcGIS StoryMap web app and its previous versions.

The crucial part of the work deals with the initial scientific debate on the Inferno's shape, location, and dimensions. Based on Galileo's two academic lectures and Comedy itself two different designs of *hell* by Manetti and Vellutello are examined. Especially parameters of Manetti's structure are emphasized and subsequently incorporated into author's maps and a 3D model which put together form the final StoryMap.

The thesis also monitors Comedy's reception in scientific culture during the centuries and its impact on geography, cartography, or astronomy. This work does not include religious or philosophical discussion of *hell*. It is inspired and led by literary masterpiece and its interpretations, which are being researched with a theoretical approach.

KEY WORDS

Inferno, Dante, Manetti, Vellutello, Galileo, StoryMap, ArcGIS, mappae mundi, old maps

PROHLÁŠENÍ

Čestně prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „*Dantovo Peklo jako ArcGIS Story Map*“ vypracoval samostatně. Veškerou použitou literaturu a jiné zdroje informací jsem uvedl v závěrečném seznamu.

V Praze dne

.....

(podpis autora)

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych rád poděkoval svému vedoucímu práce Doc. Ing. Jiřímu Cajthamlovi, Ph.D. za přínosné konzultace, cenné rady a veškerý jeho čas. Poděkování patří také Ing. Petře Jílkové za pomoc a zpětnou vazbu. V neposlední řadě děkuji mé rodině za trpělivost a obrovskou podporu. Rád bych zmínil též Klub Commedia, jemuž vděčím za inspiraci.

Obsah

1. Úvod.....	8
2. Mapy a příběhy.....	9
3. Story Map.....	11
3.1 Prvky příběhu.....	12
3.1.1 Negeografické informace.....	12
3.1.2 Geografické informace.....	12
3.1.3 Další klíčové charakteristiky příběhu.....	14
3.2 Prvky diskurzu.....	14
3.2.1 Žánry kartografického storytellingu.....	15
3.2.2 Schémata obsahu.....	16
3.2.3 Osnova (narativní struktura).....	17
4. Produkty Esri.....	19
4.1 Aplikace do kanceláře.....	19
4.2 Aplikace do terénu.....	20
4.3 Aplikace pro veřejnost.....	20
4.4 Aplikace pro vývojáře.....	20
5. ArcGIS StoryMaps.....	21
5.1 Počátky a vývoj aplikace.....	21
5.2 Konfigurovatelné šablony.....	23
5.3 ArcGIS StoryMaps.....	27
6. Vývoj vnímání tvaru a rozměrů Země.....	30
6.1 Starověk.....	30
6.2 Středověk.....	32
6.3 Novověk.....	32
7. Galileovy přednášky.....	34
7.1 Komédie.....	34
7.2 Dantova geografie.....	34
7.2.1 Pásmové mapy.....	35
7.2.2 Kruhové mapy.....	36
7.2.3 Beatovy mapy.....	37
7.2.4 Komplexní mapy.....	37
7.2.5 Portolánové mapy.....	39
7.3 Jednotky a převody.....	40
7.4 Historické pozadí.....	42
7.5 Úvodní slovo.....	42

7.6	Manettiho Inferno.....	42
7.7	Vellutellovo Inferno	53
7.8	Galileova kritika	56
7.9	Kritika Galilea.....	60
8.	Dantův odkaz nejen v kartografii.....	68
9.	Tvorba StoryMap.....	77
9.1	Účel mapy, cílová skupina	77
9.2	Kartografické zobrazení, měřítko	77
9.3	Data, klasifikace a symbologie.....	78
9.3.1	Mapa světa (první mapa).....	78
9.3.2	Mapa podsvětí (druhá mapa).....	79
9.3.3	Anotace.....	83
9.4	Příprava map v ArcGIS Pro	84
9.5	Příprava map v AGOL.....	84
9.6	Tvorba 3D modelu.....	86
9.7	Hudební podklad.....	87
9.8	Finalizace StoryMap	87
10.	Závěr	89
	Použitá literatura	90
	Seznam obrázků	93
	Seznam tabulek.....	94

1. Úvod

Ještě před vyvrcholením středověku, které s sebou přineslo slavné zámořské plavby a touhu objevit a zmapovat celý svět, vyvstal pro matematiky a kartografy vznešený úkol: prozkoumat a vytvořit mapu přesahující označení Terra Incognita a překračující lidské myšlení vůbec. Výzva, kterou by snad bylo možná nazvat *Sub Terra Incognita*.

Dante Alighieri svým životním dílem *Komedie* probudil badatelský zájem, jenž byl umocněn pevnou křesťanskou vírou, pochopit strukturu a geometrii *Inferna* ukryté ve verších básně. Církev měla na středověkou vědu naprosto zásadní vliv; existence *Pekla* byla tudíž vnímána dogmaticky, nebylo možné ji popřít. A pokud přece, církev si s heretiky věděla rady.

Ačkoliv je snadné dostat se dovnitř, cesta zpět nevede žádná; *Inferno* tak není možné poznat empiricky. Pasáže především první kantiky *Komedie* proto představovaly jediný zdroj informací, z nichž mohli matematici při modelování *Pekla* vycházet. Navzdory složité výchozí pozici se v rámci italské vědecké obce podařilo přinést velmi odborné výsledky, z nichž minimálně dvě verze struktury podsvětí byly kompletně dochovány dodnes. Ve své době se však staly předmětem téměř půl století trvajících sporů a diskusí, které definitivně rozsoudil až Galileo Galilei. Jeho přednášky o modelech Manettiho a Vellutella, jež byly dlouho považovány za ztracené, sloužily jako stěžejní materiál, z něhož vychází tato diplomová práce.

But You have disposed all things by measure and number and weight.

Holy Bible, The Book of Wisdom, 11:20

Ale Ty jsi všechno uspořádal s mírou, počtem a váhou.

Bible, Kniha moudrosti, 11:20

2. Mapy a příběhy

Mapy a příběhy spolu úzce souvisí. Od nepaměti tvoří nedílnou součást historie lidstva. Pro zajímavost lze uvést, že Randall Munroe zařadil obě slova (*map*, *story*) na seznam *1000 slov, které lidé užívají nejvíce*. Z této slovní zásoby následně autor čerpal při psaní své knihy *Thing Explainer: Complicated Stuff in Simple Words*. Jak název napovídá, vysvětluje v ní vědecké pojmy pomocí jednoduchých, snadno srozumitelných slov. A právě mezi taková slova, kterým většina lidí rozumí a nepotřebuje tedy znát jejich definici, *mapa* i *příběh* patří. Jak lze popsat jejich provázaný vztah? Na jedné straně, mapa musí zapadat do příběhu, aby byla srozumitelná, na stranu druhou, mapa nabízí a podává přesvědčivé argumenty, které mohou vést čtenáře k přijetí příběhu pojednávajícího o určité problematice. [1]

Pro začátek je důležité oba pojmy vymezit. Jakým způsobem lze definovat mapu? R. Čapek v *Geografické kartografii* uvádí jednu z tradičních definic [2]: „*Mapa je zmenšené, zevšeobecněné a vysvětlené znázornění objektů a jevů na Zemi nebo ve vesmíru, sestavené v rovině pomocí matematicky definovaných vztahů.*“ V encyklopedii *Britannica* [3] pod anglickým heslem *map* stojí: „*Graphic representation, drawn to scale and usually on a flat surface, of features—for example, geographical, geological, or geopolitical—of an area of the Earth or of any other celestial body.*“

Existují ovšem i méně konvenční formulace pojmu *mapa*, které nabízejí odlišné přístupy, úhly pohledu. Například M. Denil *mapu* označuje za rétorickou entitu, která musí být užitečná, použitelná a přesvědčivá [4].

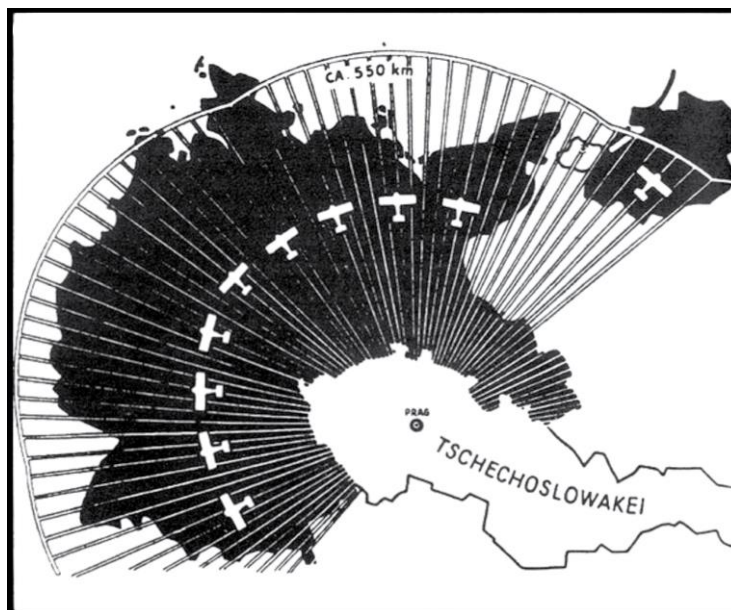
Na otázku vymezení termínu *příběh* odpovídá *Slovník novější literární teorie* [5] slovy řady autorů. B. Fořt *příběh* považuje za abstraktní entitu, která „*je sice založena textem, ale svou povahou je supratextuální.*“ Dalším příkladem mohou být M. Martinez & M. Scheffel, kteří definují *příběh* za užití mnoha přívlastků jako „*kauzální vyprávěcí souvislostí motivované a do smysluplného celku integrované dění vyprávění.*“

Slovník Compact Edition of the Oxford English Dictionary z roku 1971 obsahuje pod heslem *story*: „*an allegation; a statement; an account or representation of a matter; a particular person's representation of the facts in a case.*“ Pojem upřesňuje jako účelné vyprávění (vypravěč má subjektivní úhel pohledu), argumentaci podávající skutečnosti v určitém případě.

Bylo předneseno několik pohledů na oba pojmy, a proto se lze ptát: co přesně dělá z mapy *Story Map*? Nežřídko se lze v takové diskusi setkat s tvrzením, že každá mapa vypráví svůj příběh. „*Maps tell stories*“ zní známá okřídlená fráze. Ale je tomu skutečně tak?

Elementární poselství mapy spočívá ve zprostředkování přenosu prostorové informace uživateli, resp. generování dojmu o určitém území. Pokud bychom se striktně drželi těchto definic, částečně lze s tvrzením souhlasit: mapy opravdu přináší uživateli zprávu, ale považovat takovou zprávu striktně za příběh by byla poněkud omezená úvaha. Navíc se dostáváme k další zásadní otázce: „Pokud mapa vypráví příběh, je tento příběh stejný pro všechny?“

Pokud podrobíme např. topografické či tematické mapy přísnějším kritériím, nemohou v roli vypravěče uspět, jinými slovy, mohou prezentovat pouze fakta. Mapy tedy samy o sobě mohou naznačovat existenci a souvislost skutečností, ale nakonec je to vždy čtenář, uživatel, který tyto poznatky zasadí do širšího rámce čili *příběhu*, *story* [4]. Zkoumání mapy může evokovat různé příběhy, dávat podnět všemožným interpretacím, ale pravděpodobně se budou lišit v závislosti na čtenářově odbornosti, zkušenosti, či motivaci.



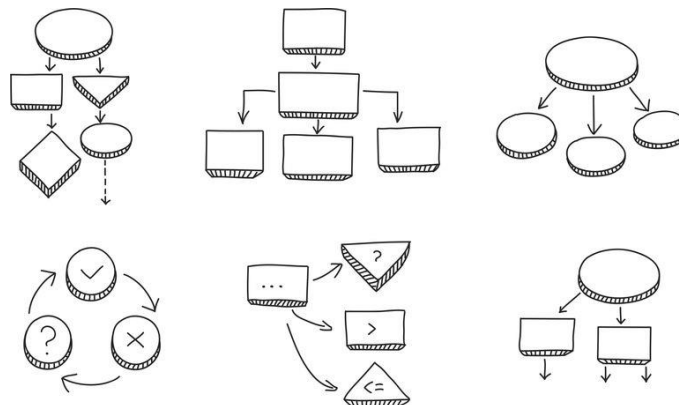
Obr. 1: Mapka z německého tisku (1934)

Na ukázkou tato mapka bude mít zcela jistě tolik (dez)interpretací, příběhů, kolika bychom se zeptali pozorovatelů. Jednoznačně lze poznat tvary a hranice některých evropských států a určit jistou souvislost s letectvím. Styl grafiky a průběh státních hranic indikuje historické období, do kterého by bystřejší čtenář vznik mapy zařadil. Každopádně bez navázaného příběhu se nelze divit, že by konkrétně tato mapa byla nejčastěji vykládána nejspíš jako propagační kampaň československé exportní firmy cílící na německý trh (s důrazem na rychlost, s jakou dovede zásilky z pražské centrály exportovat). Bohužel, předpokládaný výklad při absenci narativu se snad nemůže více lišit od skutečného účelu mapy: nacistická propaganda ji politicky použila s cílem vzbudit dojem (ovlivnit veřejné mínění), že ČSR představuje pro Německou říši hrozbu.

Jak bylo demonstrováno na uvedeném příkladu, příběhy z map nevystupují *per se*. Mapy (a mimochodem i obrázky či grafiky) jednoduše potřebují interpretaci. A to nejen jako celek, ale zvláště i pro jednotlivé části. Čtení mapy závisí na čtenářově schopnosti poznat symboly a značky a dále na dovednosti najít význam těchto rozpoznávaných znaků. Ale jak již bylo řečeno, to samotné není dostačující k tomu, aby si čtenář mohl být jistý, že si odnesl správný příběh. Je tedy nezbytně nutné dodat externí souvislosti. [1]

3. Story Map

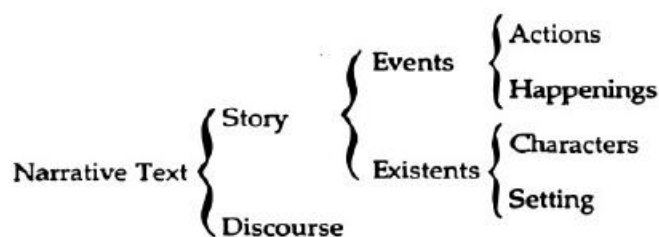
Koncept Story Map může v určitých základních principech připomínat strategii *grafických organizátorů (graphic organizers)* využívanou zejména na základních školách. Jejím cílem je dekompozice příběhu (učiva) různými způsoby tak, aby zobrazoval postavy, prostředí, události a vztahy mezi nimi, čímž ve výsledku rozvíjí porozumění a schopnost učit se. Grafické organizátory¹ vizuálně třídí informace a analyzují vztahy mezi nimi. Beck a McKeown [6] definují Story Map jako „ucelené znázornění příběhu založené na logické organizaci událostí a myšlenek, které mají pro příběh zásadní význam, a na vzájemném provázání těchto událostí a myšlenek.“ Jistě není náhoda, jak uvedená definice souzní s řádky výše. Nicméně rozdíl nastává při zobrazení prvků příběhu na mapě, čímž se výsledek stává geoprostorový. [1]



Obr. 2: Příklady grafických organizátorů

Story Map lze považovat za metodu tvorby mapy či sekvence map, která je systematicky strukturuje do podoby příběhu. Ze své podstaty proto implikuje potenciál využít dodatečné prostředky, nástroje, které nemusí být nutně geografické: text, grafiky, obrázky, videa nebo např. zvukové stopy. Interakce těchto obecně audiovizuálních prvků s mapou (ale i mezi sebou navzájem) dodává širší kontext, přináší nové souvislosti či vysvětlení, a ve výsledku posiluje významovou konstrukci celku. [1]

Seymour Chatman, který se ve svém díle [7] zabýval literárně-vědním strukturalismem (narativní strukturou v literatuře a filmu), rozlišuje termíny *příběh* a *diskurz*, které by mohly být bez hlubší znalosti problematiky mylně považovány za synonyma. *Příběh* definuje jako *to*, co je v narativu zobrazeno, zatímco *diskurz* představuje *způsob*, jakým je to zobrazeno. Autor pojmy uspořádal do hierarchického systému narativu, jehož komponenty dokládá následující diagram.



Obr. 3: Chatmanovo schéma zobrazující složky narativu

¹ Nejužívanější grafický organizátor je kalendář.

Dichotomii těchto pojmů lze ověřit rovněž v již dříve citovaném *Slovníku novější literární teorie*, ve kterém je u dvojice hesel uvedeno [5]: „*Pojmový pár označující dvě základní složky narativu: to, o čem se mluví (příběh), a to, jak se o tom mluví (diskurz).*“

Protipól k Chatmanově hierarchické dekompozici narativu nabízí Herman, jehož prizmatem lze odvodit tři základní aspekty, které narativ obecně charakterizují. Jedná se o *strukturu (structure)*, jakýsi rámec, uspořádání, dávající smysl a význam informacím, dále *médium (medium)*, které značí druh použitého prostředku pro komunikování příběhu, a konečně *sdělení (communication)*, kterým se má na mysli samotný narativ nehledě na způsob (mluvené slovo či psaná forma), jímž je prezentován. Přiblížení pojmů lze demonstrovat na příkladu: literární text vychází knižně (médium) a je rozdělen do kapitol (struktura). Proces sdělení (*communication*) může být obohacen použitím vizuálních narativních taktik a rétorickými nástroji, což jsou prvky napomáhající a udržující plynulost příběhu. V kontextu kartografického storytellingu a vizualizace se nejedná pouze o statické formy textů, grafik či map; tyto komponenty lze účinně využít interaktivně, pokud to médium umožňuje. Takové elementy nabízí uživateli odezvu, zpětnou vazbu a ve výsledku určují, s jakou efektivitou probíhá interakce uživatele s celkovým obsahem či jednotlivými částmi. [1]

3.1 Prvky příběhu

Každý příběh obsahuje data nezávisle na jeho povaze či účelu. A právě data, kvalitativní i kvantitativní, jsou obvykle počátečním bodem, od kterého se odvíjí rozbor, zkoumání příběhu. Charakteristika základních druhů dat, které jsou nejvíce relevantní s geografickými příběhy, je obsahem této podkapitoly.

3.1.1 Negeografické informace

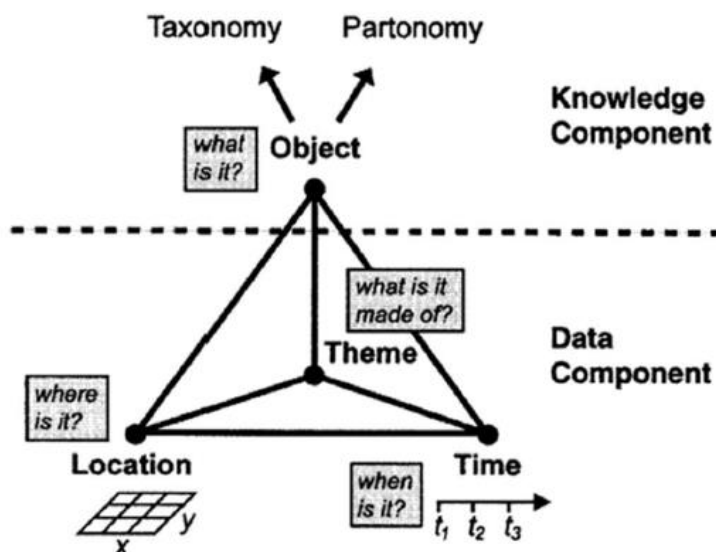
Příběhy, které jsou zasazeny do Story Map, by již z tohoto důvodu neměly postrádat geografické souvislosti. Lze tedy důvodně očekávat jejich sepětí se zobrazováním jevů odehrávajících se v určité zeměpisné lokalitě. Ačkoliv se může zdát, že Story Maps vyžadují z hlediska obsahu primárně geografická data, zahrnují též kontext, informace, které není možné vyjádřit rétorickými prostředky mapy. [1]

Informace, kterými je možné zprostředkovat reprezentaci světa, mohou být obecně velmi rozdílného a různorodého původu či založení. Počínaje vědeckými nebo časoprostorovými daty, až po individuální vnímání či dokonce emoce [8]. Účelné zapojení negeografických (*non-geographical*) médií je vhodné nejen z důvodu zprostředkování těchto emocí, ale zejména napomáhá a podporuje porozumění příběhu [1]. Jak poznamenává Caquard & Cartwright: „*mapping emotions might require the mobilization of other media that offers a greater opportunity to transfer stronger emotional messages than can be done via traditional cartographic media.*“ [9]

S myšlenkou využití určitých druhů médií k vytvoření příběhu nebo článku vystaveného na webu nepřišel koncept Story Map jako první. Avšak právě v koordinaci map s multimediálními prostředky vzniká sémanticky propojený obsah, ve kterém může dojít k výměně rolí vizualizace, mapy a média. Takto sémanticky provázaný obsah se významově doplňuje, jeho části podporují ostatní, vzájemně si podávají vysvětlení. Záměna rolí mezi různými součástmi obsahu však může vést i k upozadění kartografické části a mapa poté plní sekundární funkci.

3.1.2 Geografické informace

Definicí termínu geografická informace lze dohledat mnoho, proto jsou kvůli přehlednosti popsány komponenty geografické informace podle pyramidového modelu navrženého kolektivem autorů *Mennis, Peuquet, Qian* [10]. Model dává do souvislosti znalosti o geografickém jevu s jednotlivými odpověďmi na řadu kognitivních otázek *co? kdy? a kde?* Tyto otázky a jejich odezvy jsou v geografických příbězích imanentní, jelikož obsahují geografická data.



Obr. 4: Pyramida složek geografické reprezentace dle

Charakteristiky komponentů na vrcholech pyramidy, resp. k nim navázaných otázek jsou rozepsány dle [11] následovně:

Objekt (*co je to?*) neboli geografická entita s unikátní identitou, která je vyvozena z observací vyjádřených trojicí perspektiv, komponentů (názorně umístěných ve vrcholech podstavy pyramidy).

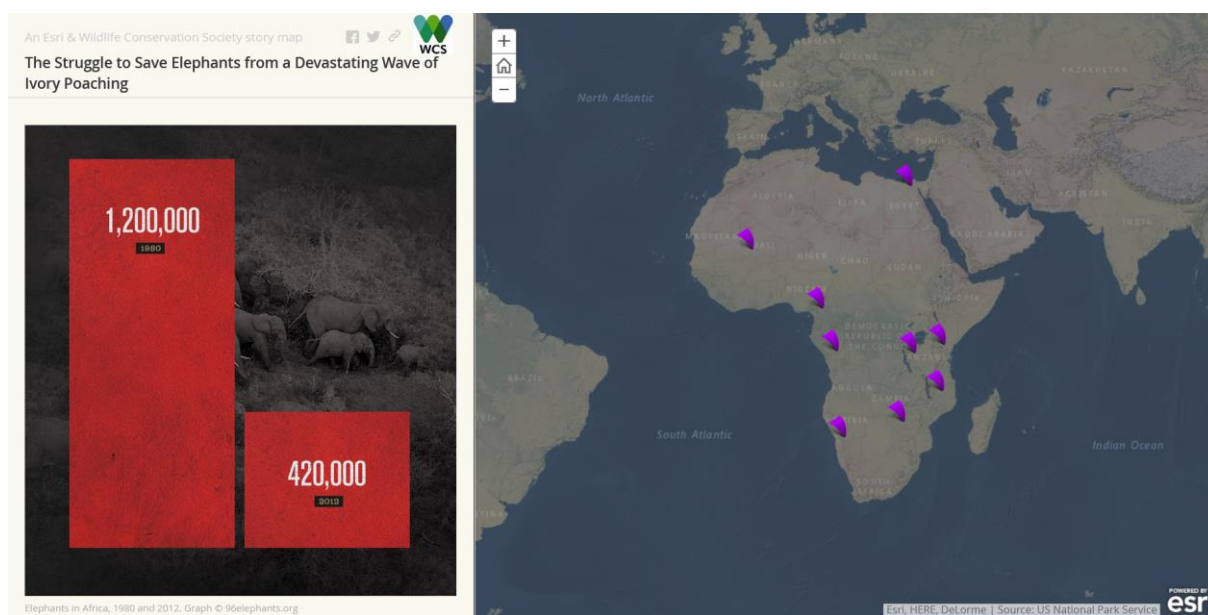
Prostor (*kde?*) obsahuje geometrické atributy objektu a jejich vztah s prostředím, ve kterém se nachází.

Čas (*kdy?*) značí časový okamžik nebo periodu, během které objekt existuje.

Vlastnosti/atributy (*co? z čeho se skládá?*) zahrnuje znaky objektu, které lze měřit (kvalitativně i kvantitativně), vnímat, nebo k objektu přiřadit. Mohou se měnit v čase.

Se zaměřením na příběhy je nutné si uvědomit jistou nejednoznačnost tohoto systému, neboť existuje více elementů, na které ukazuje dotaz *co?* Odpověď na tuto otázku může v příběhu nabývat několika forem, jelikož zahrnuje hlavní téma (*co se stalo? co je ukázáno?*), objekty zájmu (*jaké objekty?*) a konečně atributy objektu. Z těchto důvodů přidává [1] další dvě otázky: *kdo?* a *proč?* První z nich se soustředí na objekty, postavy, které v příběhu vystupují. Druhá dodatečná otázka pak zastupuje důvody, příčiny a vysvětlení zájmového jevu.

Na následujícím příkladu Story Map (obr. 5) byla provedena přehledná ukázka komponent geografické informace odvozených z diskutovaných otázek (v angličtině označovaných „5 Ws“ podle počátečních písmen pětice příslovcí: *who, what, when, where, why*).



Obr. 5: Ukázka Story Map Elephant Story

Co? Ochrana slonů.

Kde? V Africe.

Kdy? Od roku 1980.

Proč? Pytláctví a obchod se slonovinou.

Kdo? Populace slonů.

3.1.3 Další klíčové charakteristiky příběhu

Již na konci minulé sekce bylo užito výrazu *zájmový jev*, čímž bylo předesláno téma *zájmu* ve smyslu specifického rysu informací, ze kterých je příběh konstruován. „*You cannot create a story out of data that is not interesting in itself,*“ jak výstižně cituje [1] komentář k výčtu aspektů prostorových jevů, které jsou důležité pro storytelling. Pokud má být příběh zasazen do snadno a veřejně přístupného rámce, např. vystaven na internet, [12] zdůrazňuje několik bodů, na které by měl každý, nejen klasický storytelling, brát zřetel:

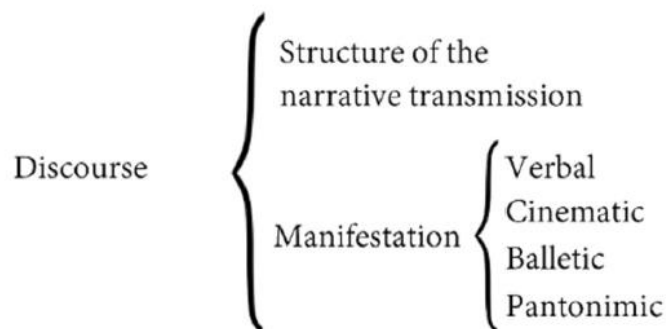
1. kauzální vztahy mezi příčinou a jejím následkem
2. pozoruhodné události a hodnoty
3. změny v čase a prostoru (trendy, vzorce, korelace, ...)
4. informace o tématech, která veřejnost zajímají

V některých případech tvoří data s popisovanými znaky smysluplné, leč abstraktní součásti příběhu, o nichž B. Lee ve svém výzkumu [13] pojednává jako o *story excerpts*, které je třeba uchopit specifickými prostředky, resp. vizuálně či zvukově rozvinout. Pokud je těmto informacím nalezena vhodná reprezentace a podaří se je transformovat do jednoho z finálních komponentů příběhu (mapa, děj, anotace, animace aj.), *story excerpts* se přemění na tzv. *story material* [13]. Ten pak lze identifikovat pomocí jedné či více otázek 5 *Ws*.

3.2 Prvky diskurzu

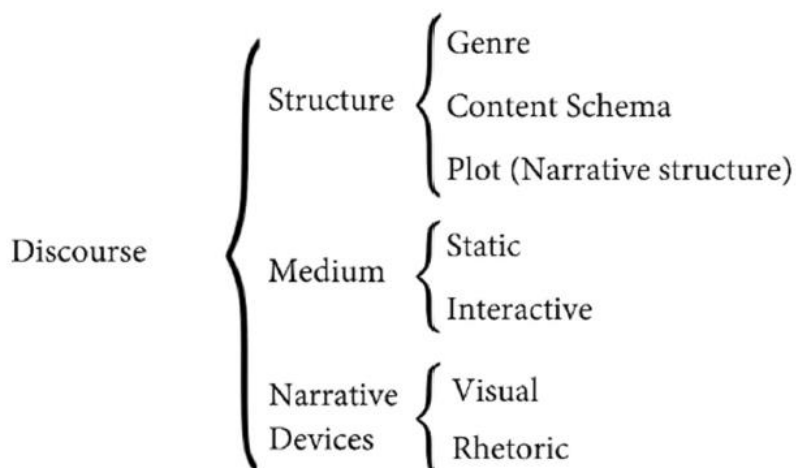
Na začátku této kapitoly byly rozlišeny komponenty narativu *příběh* a *diskurz*. Narativ lze charakterizovat jako složený nástroj užívaný k přenosu *příběhu* za použití různých druhů *diskurzu*. Diskurz tedy zahrnuje řadu způsobů, kterak reprezentovat, organizovat či poskládat

obsah narativu. Chatman opět nabízí schéma (obr. 6), v němž pojem dělí do dvou hlavních větví zastupující strukturu (*structure*) a projev (*manifestation*). Schéma rozvíjí obr. 3.



Obr. 6: Chatmanovo schéma elementů narativního diskurzu

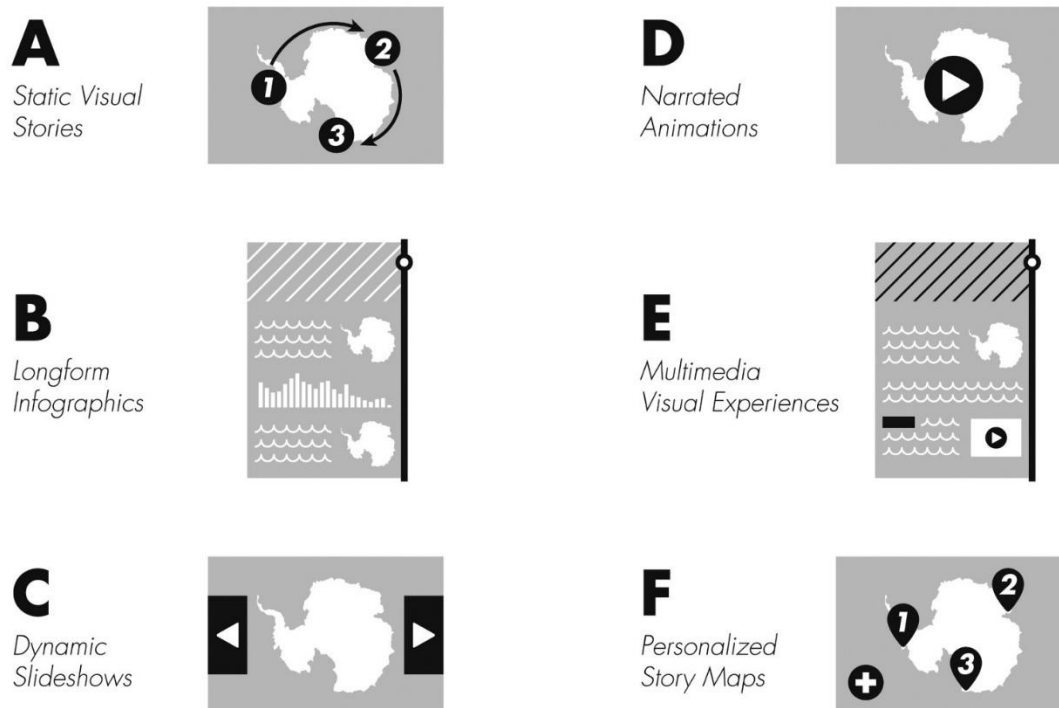
V kontextu téma Story Map lze uvažovat druh projevu (*manifestation*) výhradně vizuální, dále specifikovaný pouze možnostmi použitého média. Strukturu (*structure*) Story Map rozlišuje [1] podle tří hledisek na vizuální, sémantickou a informační. Vztahením ke kartografii lze tyto aspekty struktury postupně přiřadit k žánru kartografického storytellingu, dějové lince a schématu obsahu. Tomu odpovídá skladba (mapového) diskurzu na obr. 7 odvozená z obr. 6.



Obr. 7: Chatmanovo schéma přizpůsobeno prvkům mapového diskurzu

3.2.1 Žánry kartografického storytellingu

Jak bylo řečeno, za žánry kartografického storytellingu je považována vizuální struktura diskurzu. Původně vymezené žánry vizuálního storytellingu autorů Segel & Heer [14] přizpůsobil kartografické doméně Roth [15], který rozlišil celkem 6 základních stylistických kategorií. Teoreticky lze přidat i sedmou skupinu, která by zastupovala kompilace tvořené z ostatních. Rothovu taxonomii žánrů kartografického storytellingu demonstruje obr. 8. Anglické názvy jednotlivých kategorií jsou dostatečně výstižné, proto na rozdíl od pojmů výše nebyly přeloženy.



Obr. 8: Rothova taxonomie žánrů kartografického storytellingu, upraveno

3.2.2 Schémata obsahu

Obdobně jako užitý žánr kartografického storytellingu, schéma obsahu do určité míry determinuje způsob, jakým je obsah uspořádán a organizován, nevyjímaje možnosti jeho interaktivity. Jejich původ spadá do odvětví žurnalistiky.

Oproti ucelené taxonomii minulého oddílu autoři Segel & Heer [14] pojmenovali tři nejvíce se opakující obsahová schémata a zařadili je na škálu užitého přístupu mezi *autorem řízený* a *čtenářem řízený*. Podle této teorie, extrémní, čistě *autorem řízený (author-driven)* přístup je striktně lineární, významně spoléhá na přímou distribuci informací čtenáři na rozdíl od interakce, jež zcela absentuje. Opačný extrém *čtenářem řízeného (reader-driven)* přístupu nepřináší svou zprávu, obsah v jednoznačně určeném pořadí (lineárně) a počítá s vysokým stupněm čtenářovy interaktivity. Logickým vyústěním je samozřejmě hledání kompromisu mezi oběma přístupy. Postupem času byla navržena řada kompozitních či hybridních schémat. V následném výčtu je obsažena trojice zmíněných schémat, kterou definovali Segel & Heer, doplněnou o dvě přidaná základní schémata dle [1]. Písmena v závorkách odkazují na jejich ilustrace na obr. 9.

Inverted Pyramid (A)

Schéma obrácené pyramidy uvádí nejdůležitější informace hned na začátku. Následně přidává informace, jejichž význam postupně klesá, dokud nedospěje do fáze, kdy již nemůže přidat další, a proto končí bez solidního závěru.

Martini Glass (B)

Prezentuje autorem řízený narativ. V okamžiku, kdy je završen (obrazně řečeno *je rozlita sklenička Martini*, viz obr. 9), nastává změna v přístupu a čtenáři je nabídnuta možnost interagovat s odhalenými daty.

Interactive Slideshow (C)

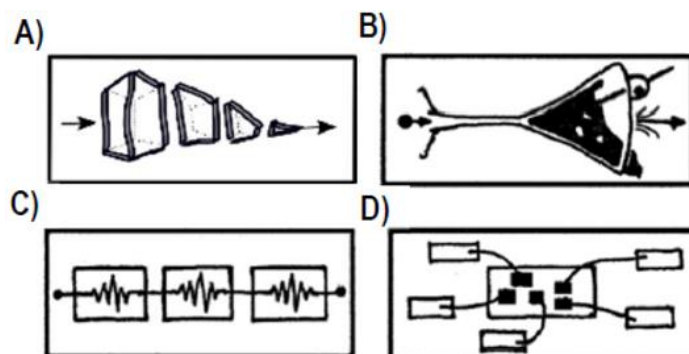
Formát, který nabízí interakci dílčích narativů zasazených do každého snímku. Samotné snímky (slidy) často zaujímají strukturu *Martini Glass*.

Drill-down Story (D)

Předkládá čtenáři obecné téma, v jehož rámci umožňuje zvolit jednu z částí. K té následně poskytne dodatečné informace.

Hourglass

Poskytne nejprve přehled, dále uvede argumenty, nakonec vyvodí závěry. Čtenář je tedy angažován na počátku a na konci, kdy si dovede poskládat informace dohromady.



Obr. 9: Základní schémata obsahu, upraveno

3.2.3 Osnova (narativní struktura)

Podle Chatmana [7] osnova² (*plot*) ve smyslu narativní struktury zahrnuje, *jak si čtenář uvědomí, co se stalo; popřípadě pořadí, ve kterém se v díle objevují jednotlivé elementy příběhu, ať se jedná o klasické (abc), retrospektivní (acb), nebo započaté in media res (bc)*³. Osnovu lze také formulovat jako vzorec, podle kterého se příběh rozvíjí, společně s navázanou časovou linkou [1].

Tato sekce níže představuje charakteristiky pevných rámců, dle kterých je formována narativní struktura čili osnova příběhu. Z variant, řazení či opakování uvnitř narativní struktury lze vyvodit tzv. *narativní vzorce (narrative patterns)*. Části příběhu, které plní specifickou funkci v její struktuře, jsou označovány jako *narativní kategorie (narrative categories)*. Například tříaktová narativní struktura obsahuje tři narativní kategorie (*setup, confrontation, resolution*), které mohou dále formovat narativní vzorce [1].

Důležitý aspekt narativní struktury reprezentuje linearita děje. Pokud se příběh odehrává chronologicky, jinými slovy, pokud jsou kauzality a události řazeny ve stejném pořadí podle času, kdy nastaly, jedná se o děj lineární. V opačném případě, pokud není respektována časová posloupnost, narativ je formován nelineárním vzorcem [1].

Tříaktový model (*Three-act narrative arc*)

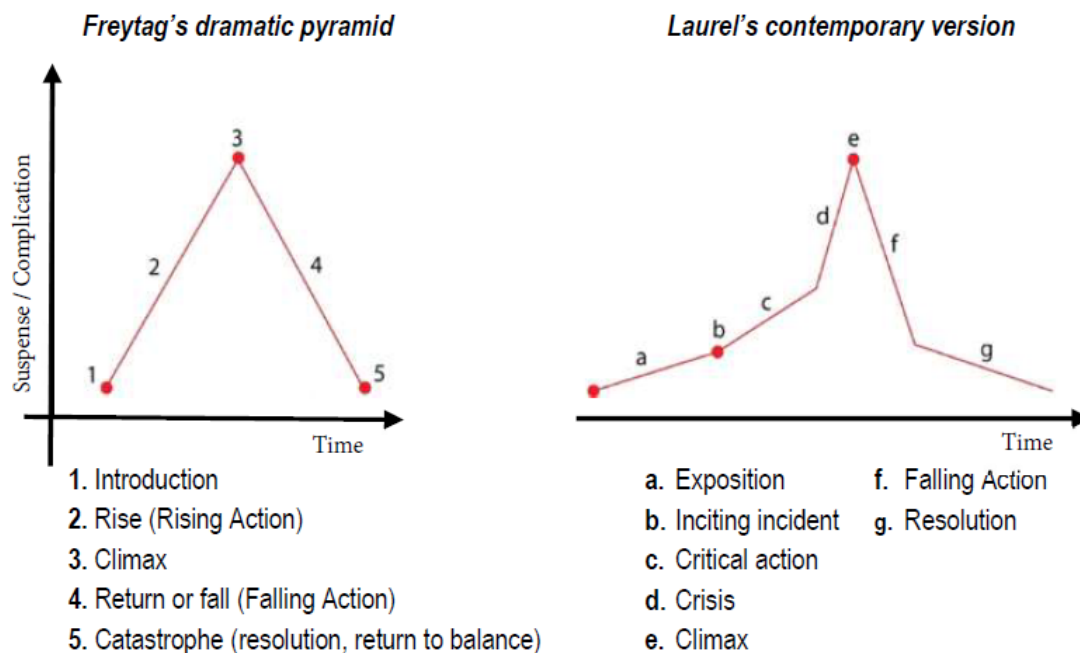
Jedná se o jednoduchý, tradiční dějový oblouk, predominantní na poli literatury, dramatu či filmu. Lineárně prezentované prvky příběhu jsou uspořádány do tří navazujících aktů, kategorií.

Narativní a vizuálně narativní struktury

Mezi známé osnovy sestávající z pěti aktů patří zejména Freytagova pyramida (1990). Z této verze byly postupně odvozeny další narativní struktury (např. Laurel, 2013), které jsou více přizpůsobeny moderním trendům a jiným druhům příběhů.

² Anglický výraz *plot* je překládán po vzoru českého vydání Chatmanova díla *Příběh a diskurs*.

³ Narativ počínající od určitého stěžejního bodu kdesi uprostřed dění.



Obr. 10: Freytagova a odvozená Laurelova (dramatická) pyramida

Narativní struktury kartografického storytellingu

Do tohoto oddílu bylo zařazeno osm osnov dle Phillipse [16], které se na rozdíl od předešlých nezaměřují primárně na emoce a vnímání, nýbrž na konkrétní úhly pohledu a interpretace vědy o Zemi. Byly navrženy s využitím znalostí systémů Země přímo pro účely kartografického storytellingu. Jejich přehled a krátký popis obsahuje následující tabulka.

Tabulka 1: Narativní struktury kartografického storytellingu

OSNOVA	CHARAKTERISTIKA
PŘÍČINA & NÁSLEDEK	Popis a vysvětlení vztahu mezi faktory a jejich důsledky.
GENESIS	Příběhy o vzniku či vývoji konkrétních jevů, fenoménů.
VZNIK	Vysvětlení pozorovaných jevů jako vznikajících vlastností, výsledků.
METAMORFÓSA	Sledování dopadu globálních, masových změn.
DESTRUKCE	Popis zániku, ztráty, degradace.
KONVERGENCE	Příběh vývoje, evoluce zdůrazňující podobné cesty ke stejným výsledkům.
DIVERGENCE	Příběh rozvoje, historie zdůrazňující odlišné cesty k různým výsledkům.
OSCILACE	Sledování dopadu cyklů a opětovných výskytů změn.

4. Produkty Esri

Americká společnost Esri (*Environmental Systems Research Institute*) představuje špičku ve vývoji komerčních software produktů určených k operacím s GIS, tedy k tvorbě, správě, analýze a vizualizaci prostorových dat. Největší úspěch této organizace stojí na vývoji a správě geografického informačního systému ArcGIS. Právě s tím je totiž propojena celá řada aplikací, která bývá souhrnně označována jako sada produktů ArcGIS. Jedná se o poměrně obsáhlou skupinu hierarchicky uspořádaných produktů, které lze roztrždit dle různých kritérií. Například společnost Arcdata, oficiální český distributor technologií Esri, aplikace kategorizuje dle povahy cílového uživatele do čtyř skupin: aplikace do kanceláře, do terénu, pro veřejnost a pro vývojáře. V podobném trendu následují profily těch nejdůležitější z nich. Krátké popisky dostupných aplikací byly sestaveny na základě informací na stránkách českého distributora [17].

4.1 Aplikace do kanceláře

Zde jsou jmenovány aplikace, které umožňují vizualizaci (2D i 3D) a podrobnou analýzu dat v geografických souvislostech, čímž napomáhají odhalit jejich vazby a vztahy. Některé nástroje ArcGIS překvapí kooperací s produkty Microsoft Office, resp. jejich účinným doplněním.

ArcGIS Pro

Desktopová aplikace, která je jádrem celé struktury, alfou i omegou systému ArcGIS. Nástupce generace ArcMap (ArcGIS for Desktop). Nástroj pro tvorbu a správu dat a databází, prostorovou analýzu a vizualizaci dat ve 2D či 3D.

ArcGIS Insights

Nástroj určený k analýze dat z různých zdrojů (mapy, grafy, databáze, tabulky) a hledání jejich vzájemných souvislostí. Interaktivně propojuje statistickou a geografickou analýzu. Sdílet lze celé listy i pracovní postupy, které jsou navíc ukládány do modelu, takže je lze aplikovat opakovaně i na další data.

ArcGIS Drone2Map

Aplikace, jak její název napovídá, pracuje s drony posbíranými daty. Z pořízených snímků vytvoří ortomozaiku a 3D data zpřístupní pro analytické nástroje systému ArcGIS.

ArcGIS Excalibur

Aplikace určená pro ArcGIS Enterprise. Slouží k prohlížení a analýze snímků ve webovém prostředí. Ocení ji zejména uživatelé, kteří pracují s uloženými snímky na serveru (ideálně v podobě mozaikových datových sad poskytovaných formou image služeb).

ArcGIS Dashboards

Aplikace, která v reálném čase zpracovává, analyzuje, vyhodnocuje a vizualizuje prostorová data v reálném čase. Při vytváření lze vybrat jednu z předem připravených šablon nebo v přehledném vývojovém prostředí navrhnout výslednou podobu dashboardu samostatně.

ArcGIS Earth

Uživatelsky přívětivý klient pro vizualizaci 3D dat, podporující mnoho formátů dat (mezi něž se patří např. KML či SHP). Navíc lze propojit s ArcGIS Online, čímž nabízí možnost využít dostupných datových a analytických vrstev.

ArcGIS Maps for Office

Mapový klient implementovaný do produktů Microsoft Office; primárně do aplikace Microsoft Excel, ve kterém je zásuvný modul realizován novou lištou s nástroji pro tvorbu map, vizualizaci dat a následnou publikaci; sekundárně do Microsoft PowerPoint, kam lze mapy vkládat, přičemž je zachována jejich interaktivita (atributové dotazy, zoom a další).

4.2 Aplikace do terénu

Software optimalizovaný pro použití na mobilních zařízeních či tabletech se zaměřuje na sběr nových dat, editaci stávajících a navigaci.

ArcGIS Field Maps

Tato univerzální mobilní aplikace představuje od listopadu 2020 fúzi aplikací *ArcGIS Collector*, *ArcGIS Tracker* a *ArcGIS Explorer*, přičemž na rok 2021 společnost Esri naplánovala integraci dalších dvou aplikací (*ArcGIS Workforce*, *ArcGIS Navigator*). Tím se stave sp aplikace komplexním nástrojem pro sběr a aktualizaci dat v terénu.

ArcGIS QuickCapture

Aplikace pojatá maximálně minimalisticky a jednoduše, čímž je předurčena k velmi rychlému, snadnému a intuitivnímu sběru prostorových dat.

ArcGIS Survey123

Jedná se o nástroj určený k terénnímu výzkumu. Formou dotazníku umožňuje získávat množství dat, které okamžitě odesílá do prostředí ArcGIS.

ArcGIS Companion

Určen výhradně pro správce organizací k provádění základních operací při správě obsahu, uživatelů či uživatelských skupin.

4.3 Aplikace pro veřejnost

Do této kategorie spadá skupina aplikací, které umožňují veřejnou publikaci dat či sdílení výsledků projektů s určitou cílovou skupinou.

ArcGIS StoryMaps

Zaměřují se na tvorbu, řešení narativních map, kterému se věnuje tato práce. Tomuto konkrétnímu produktu od společnosti Esri, jeho evoluci a technologii, je dedikována 5. kapitola.

ArcGIS Open Data

Využívá infrastruktury ArcGIS Online a umožňuje tak publikaci dat pro širokou veřejnost v různých běžných datových formátech.

4.4 Aplikace pro vývojáře

Poslední trojice programů nabízí pokročilejší možnosti pro tvorbu a publikaci specifitějších webových mapových aplikací, jejichž funkčnosti nelze docílit použitím některého z předchozích, konvenčních řešení. Přesto není nutná znalost programovacího jazyku.

ArcGIS Experience Builder

Jedná se o nástroj, v jehož prostředí lze vytvořit moderní webovou mapovou aplikaci bez jakéhokoli skriptování. Přizpůsoben použití veškerého multimediálního obsahu, 2D map, 3D scén či jejich kombinacím. Zobrazení zveřejněných aplikací je podporováno i pro mobilní telefony.

ArcGIS Web AppBuilder

Slouží k tvorbě webové mapové aplikace v několika krocích. Nejprve lze vybrat aplikaci vlastní rozvržení či využít jednu z nabízených šablon. Dále je požadováno připojit datový obsah (mapy, scény) a následuje výběr widgetů, nástrojů, které mají být součástí aplikace, jejichž funkčnost lze i změnit, přeprogramovat. Posledním krokem je publikace hotové aplikace.

ArcGIS AppStudio

Určena k vývoji aplikací, které budou schopny nativního provozu na různých platformách (Windows, iOS, Linux, Android, OS X). Rozvržení lze zvolit dle jedné z šablon či naprogramovat aplikaci od základu.

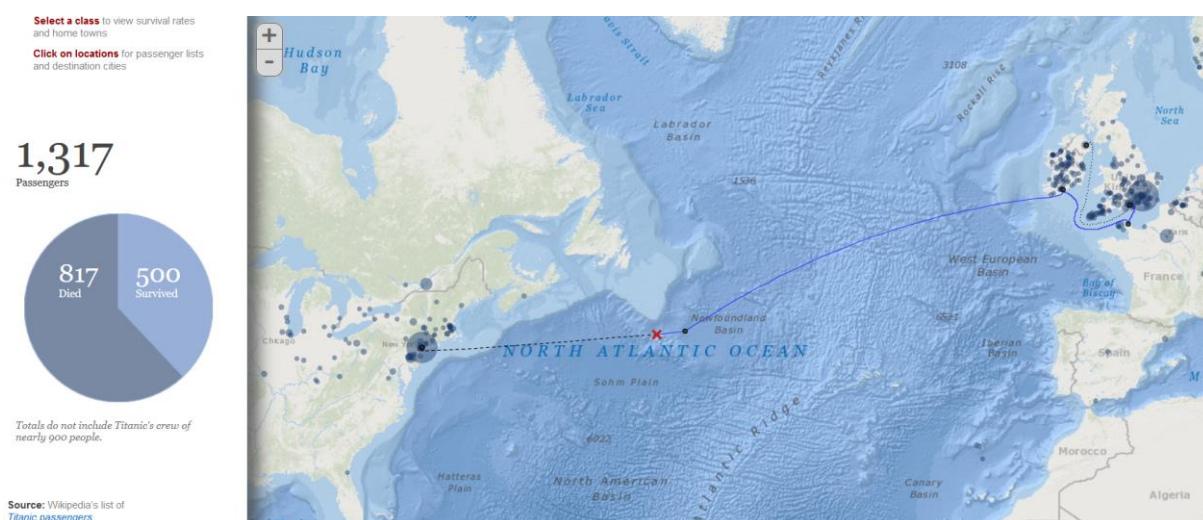
5. ArcGIS StoryMaps

Devadesátá léta minulého století přinesla mimo jiné rapidní nástup internetu, z něhož se v posledním desetiletí uplynulého tisíciletí stalo masové médium. Nastínění rychlého rozšíření internetu je možné pomocí několika letopočtů: roku 1992 byl připojen Bílý dům, ale třeba i ČVUT, rok 1994 počala komercializace internetu a k roku 1996 již bylo celosvětově evidováno 55 milionů uživatelů [18]. V návaznosti na nové možnosti, které s sebou rozvoj internetu v této dekádě přinášel, se zrodil první nápad, jak tato příležitost může nasměrovat inovativní vývoj narativních map. Budoucnost map již neměla být ztělesněna pouze jejich statickou formou. Pokrok skrýval potenciál vybudovat z mapy silný multimediální komunikační nástroj.

5.1 Počátky a vývoj aplikace

Skutečný příběh produktu Story Map se ve společnosti Esri začal psát až roku 2010, kdy byl založen Story Maps tým, který začal s experimentováním. Hlavní otázka zněla: „Jak v digitálním věku docílit efektivního splynutí map s multimediálním obsahem, které bude interaktivně zprostředkovávat poznání?“ [19]

Jedním z prvních signifikantních úspěchů bylo „zmapování“ seznamu pasažérů Titanicu. Silný příběh znovuožil v interaktivním mapovém zpracování, ve kterém se podařilo převést obsáhlé množství dat do uživatelsky přívětivé podoby. Těžko si představit formu, ve které by jednotvárné informace o cestujících (jméno, původ, věk, místo nalodění, cíl cesty, třída, číslo záchranného člunu, status) byly prezentovány tak atraktivně, jak se tomu děje v pilotním počínu průkopníků z Esri. Mnohdy tragické osudy pasažérů tak dostávají nový rozměr; čtenář může rozkrývat směřování jejich nedokončených cest a poutí, které tragicky skončily roku 1912 ve vodách Atlantiku.



Obr. 11: Detail první oficiálně publikované Story Map

Ačkoliv nová aplikace slavila úspěch, výsledek byl přílišně uzpůsoben danému tématu, tudíž navrženou strukturu nebylo možné využít k širšímu uplatnění. Navazující pokusy nicméně nasměrovaly vývoj správným směrem, aby tvorba narativní mapy byla dostupná každému uživateli internetu. [19]

Pro co nejširší záběr využití aplikace bylo nutné nabídnout uživateli prostředí s dostatečně verzatilními nástroji, ve kterém bude snadné a intuitivní mapy s příběhem vytvářet. Další progres s sebou proto přinesl webový editor včetně několika druhů šablon, čímž byla umocněna univerzálnost; uživatel mohl zvolit schéma, které nejvíce koresponduje s příběhem, a do něj svůj obsah zasadit. Editory zároveň usnadňovaly práci bez nutnosti užití programovacích jazyků.

Dále je nezbytné zmínit úzké spojení aplikace s platformou *ArcGIS Online*, odkud je připojován mapový obsah. Tato platforma tvoří můstek mezi jejím prostřednictvím publikovanými daty a aplikacemi, jako např. *ArcGIS StoryMaps*, které tento obsah využívají. Data uchovává na svém cloudovém úložišti, proto je jejich sdílení velmi snadné.

Ovšem dříve, než bude přikročeno k podrobnějšímu přehledu konfigurovatelných aplikací, je zásadní zmínit současný stav vývoje a nastínit budoucí intence. Roku 2019 byla představena nová průlomová aplikace *ArcGIS StoryMaps*. Jejím jádrem je unifikovaný editor, který prošel zatěžkávacími zkouškami privátního alfa i veřejného beta testování, z nichž získaná zpětná vazba výrazně ovlivnila jeho definitivní podobu [20]. Společnost Esri tedy ve svém vývoji dospěla na křižovatku, na které se oficiálně cesta produktu separuje do dvou samostatných větví, aplikací: tzv. *Classic Story Map Apps*, soubor editorů k tvorbě narativních map, na jejichž šablony detailněji nahlíží následující podkapitola, a právě *ArcGIS StoryMaps*, aktuálně preferovaná aplikace určená k tvorbě narativních map z dílny Esri. Plán, dle něhož se organizace do budoucna zaměří převážně na rozvoj *ArcGIS StoryMaps* a naopak časem opustí od klasické verze *Classic Story Map*, naznačuje graf níže.



Obr. 12: Plánovaná podpora ArcGIS StoryMap a klasických Story Map aplikací společnosti Esri

Tabulka 2: Porovnání vybraných aspektů klasické a nové verze aplikace

FUNKCE	ARCGIS STORYMAPS	CLASSIC STORY MAP APPS
JEDNOTNÝ EDITOR	✓	
KOMPATIBILITA S WEBOVÝMI MAPAMI/SCÉNAMI	✓	✓
PODPORA WEBOVÝCH SLUŽEB	✓	✓
WCAG 2.0 ⁴	✓	✓
MOŽNOST NEUVEŘEJNĚNÝCH ZMĚN	✓	
ZAHRNUTÍ EXPRESNÍCH MAP	✓	
PŘIDÁNÍ MÍST NAHRÁNÍM MÉDIÍ S GEOTAGY ⁵	✓	✓
MOŽNOST TISKU	✓	✓
SOUČÁST ARCGIS ENTERPRISE	✓	✓

⁴ Web content accessibility guidelines (WCAG) představují metodiku pro tvorbu bezbariérového webu. [41]

⁵ Pojmem *geotagging* se rozumí proces přidávání geografických metadat k různým médiím, např. obrázkům, videu, ale i SMS zprávám. Tato média pak obsahují polohové značky zvané *geotagy*. [42]

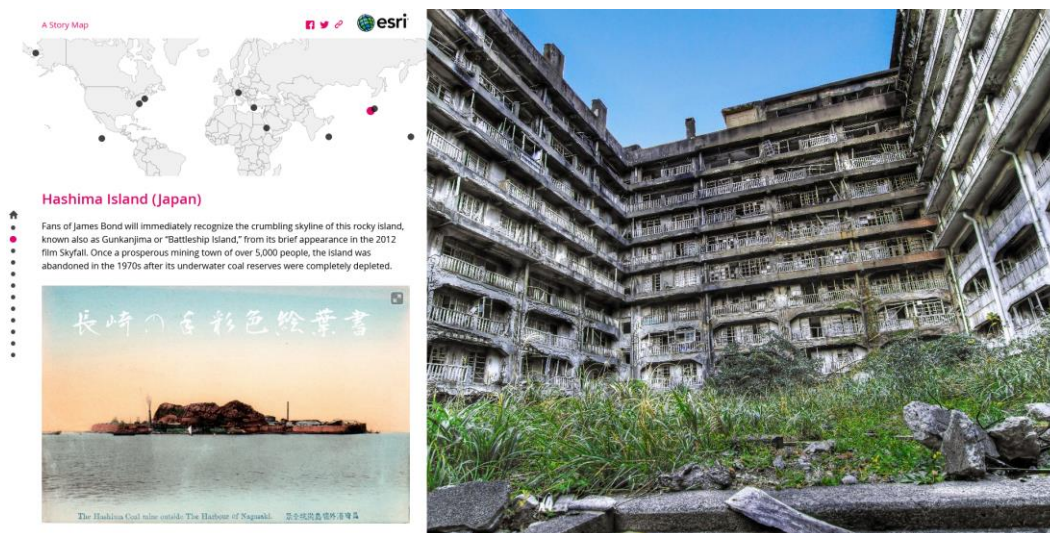
5.2 Konfigurovatelné šablony

První z konfigurovatelných schémat, které bylo za účelem tvorby narativních map uvedeno do provozu, dostalo název *Story Map Tour*. Princip je založen na prezentaci seřazené řady míst (viz dolní lišta na obr. 13 evokující pásku negativu), ke kterým jsou navázány fotografie (v levé části schématu níže) a jejich polohová identifikace (pravá část). Na těchto základech bylo posléze uživateli vytvořeno kvantum virtuálních průvodců, k jejichž tvorbě schéma přímo vybízí, dokumentující různorodé lokality od přírodních rezervací po archeologická naleziště.



Obr. 13. První z klasických šablon nese označení *Story Map Tour*

S pokračujícími experimenty bylo postupem času schéma *Story Map Tour* doplněno o další přírůstky do rodiny konfigurovatelných šablon, s nimiž se rozšiřovaly způsoby pojetí a komunikace dalších lokalizovaných příběhů. V roce 2015 byla spuštěna šablona *Story Map Journal*. Na rozdíl od předchozí *Story Map Tour* bylo docíleno všestrannějšího využití, které společně se sofistikovanějším editorem znamenalo skutečný průlom. [19] Název odkazující na žurnál dostává svého jména, jelikož klade velký důraz na text. Šablona je tedy ideální pro obsáhlejší narativní text, který je možné umístit do jedné z nabízených pozic: postranního nebo plovoucího panelu. Hlavní rám zpravidla vyplňuje mapa, nicméně ji lze nahradit videem či jiným multimediálním obsahem. Jednoduchá, přesto flexibilní aplikace může být založena pouze na jediné mapě, ale dovede obsáhnout i sérii map doplněnou multimediálními prvky.



Obr. 14: *Story Map Journal* (ukázka z příběhu o opuštěných ostrovech) vyhrazuje hlavní prostor multimediálnímu obsahu (zde obrázkům), mapa plní až sekundární roli

Potomkem této šablony je schéma *Story Map Cascade*. Tento formát podává příběhy velkolepým způsobem, založeným na silném vizuálu a kombinaci několika sekcí; pasáže textu jsou prostupovány či doplňovány fotografiemi, mapami, scénami, popřípadě další multimediálními elementy. Vypráví příběhy lineárně s důrazem na vizuál.



Obr. 15: Šablona Story Map Journal



Obr. 16: Šablona Story Map Cascade

Zbývá doplnit a okomentovat několik dalších schémat, na které lze nahlížet i jako na samostatné aplikace, editory (anglický název *builder* je výstižnější), které spadají do klasické větve *Classic Story Map Apps*. První z nich a celkově čtvrtá šablona nese označení *Story Map Series*. Z názvu lze pochopit, k jakým účelům se tento formát nabízí; především nachází uplatnění při tvorbě tematicky ucelených sérií map či přímo webových atlasů. Pomocí záložek (patrných i z ilustrativního obrázku níže) může uživatel jednoduše procházet jednotlivé mapy, které jsou synchronizovány s postranními panely obsahujícími narativ (text, doprovodné obrázky, videa).



Obr. 17: Struktura Story Map Series

Možnosti umístění záložek se nabízí celkem tři: *tabbed*, *bulleted* a *side accordion*. První dvě varianty obsahují záložky map kompozičně shodně v horní liště, hlavní odlišnost verze *bulleted* spočívá v jejich očíslování. Ačkoliv může číslovaná verze záložek připomínat šablonu *Story Map Tour*, hlavní rám je oproti ní vyhrazen mapě, nikoliv fotografiím. Vhodně využita může být varianta *tabbed* u kartogramové tvorby, kdy každá záložka prezentuje jiný kartogram, např. demonstrující odlišný faktor, kritérium či sledující intenzitu daného jevu v několika časových etapách. Varianta *side accordion* včleňuje mapové záložky přímo do postranního panelu s textem, resp. text k příslušné mapě se rozbalí až po kliknutí na danou záložku.

Praktickým příkladem tentokrát z domácí⁶ scény je projekt *Český historický atlas*. Jedná se o elektronický mapový portál, který obsahuje kapitoly z českých a československých dějin (7.–20. století). Tematicky profiluje tři pohledy na historii našeho území: prostor, čas a společnost. Těmito prizmaty je nahlíženo na celé kapitoly, které jsou dále děleny na podkapitoly, jejichž základními stavebními kameny jsou právě *Story Map Series*.⁷



Obr. 18: Ukázka kapitoly z portálu *Český historický atlas*

Prezentaci většího množství zájmových bodů zprostředkuje schéma *Story Map Shortlist*. Zájmové body a k nim navázaný multimediální obsah lze roztrždit dle různých kategorií do jednotlivých záložek, které tak tvoří ucelené tematické celky. Obsahy záložek se nezobrazují paralelně, v mapovém rámu se zobrazí vždy jen momentálně prohlížená kategorie bodů. Celek může být uplatněn např. jako přehled občanské vybavenosti města: kategorie by pak zastupovaly obchod a služby, školy, zdravotní zařízení, kulturní zařízení apod.

Minimalistické provedení *Story Map Basic* umožňuje jednoduchý způsob pojetí jediné mapy. Mimo vysouvací legendy a základního bloku textu, jež je soustředěn do horní lišty a zahrnuje nadpis mapy s krátkou anotací, nabízí možnost zobrazení dalších informací pouze prostřednictvím vyskakovacích oken (*pop-ups*) u různých tříd prvků mapy.

⁶ Výraz „domácí“ používám z několika důvodů: zprvce se jedná o český projekt, dále je úzce spjat s mou alma mater a za třetí jsem byl v projektu osobně zapojen.

⁷ Na ukázkou kapitola *Hranice a území* je složena z podkapitol: *Středověk do 12. století*, *Středověk 13.–15. století*, *Raný novověk*, *Novověk do 1918* a *Novověk po 1918*. Každá z podkapitol je zpracována jako samostatná *Story Map Series*, takže např. první zmíněná podkapitola *Středověk do 12. století* zahrnuje mapy (záložky): *Přemysl Otakar II.*, *Václav II. A Václav III.*, *Lucemburkové*, *Jiří z Poděbrad* a *Jagellonci*.



Obr. 19: Story Map Shortlist

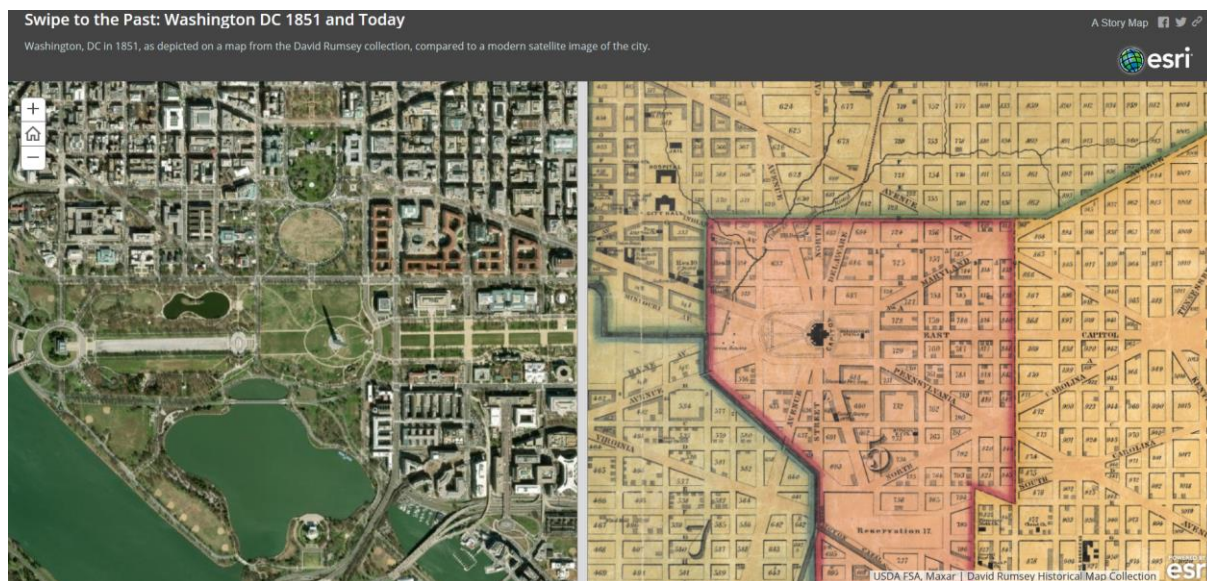


Obr. 20: Story Map Basic

Hlavní předností šablon *Story Map Swipe & Spyglass* je efektivní porovnání dvojice map stejné lokality z hlediska změn, vývoje v čase. Od proměny zástavby sídel, procesu urbanizace měst, přes odlesňování pralesa, následky zemětřesení, rozsah povodní, až po tání a pohyb ledovců; tyto a mnoho dalších námětů lze za pomoci zmíněných šablon a páru map, ortofot či např. satelitních snímků daného území realizovat. I vzájemné kombinace zmíněných podkladů mohou tvořit porovnávaný pár, jak dokládá ukázka níže. Důvtip schématu *Story Map Swipe* spočívá v posuvné příčné liště, jejímž posouváním doprava se uskutečňuje překryv jedné, opačným směrem druhé ze zdrojových map (potažmo jiných podkladů). Ve *Story Map Spyglass* je docíleno podobného efektu přemístitelným okénkem, kukátkem, kterým jediným lze přes první z podkladů prohlížet ten druhý. Výsledný dojem je podobný, pouze je náhled na jednu z map limitován menšími rozměry kulatého pohyblivého okénka, což ovšem může být pro některé účely výhodou.



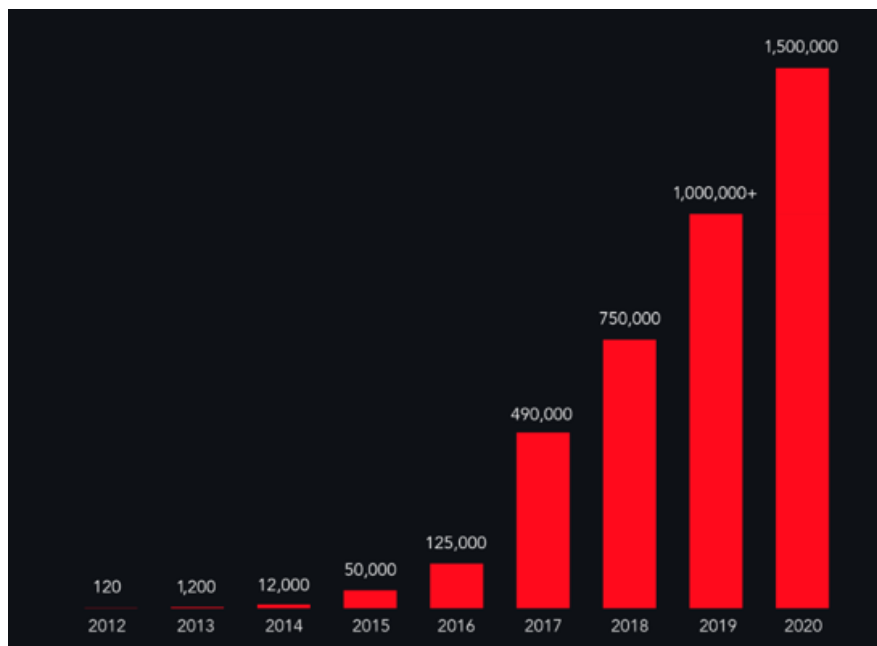
Obr. 21: Story Map Swipe



Obr. 22: Ukázka uplatnění Story Map Swipe

5.3 ArcGIS StoryMaps

Formulace map s příběhem již zazněly v prvních kapitolách této práce, zde se však nabízí doplnit ještě definici přímo od společnosti Esri. Podle ní *Story Maps* představují kombinaci interaktivní mapy, multimediálního obsahu a textu, která vypráví příběhy o našem světě. K tomu lze dále podotknout, že tato fúze mapy s příběhem zažívá v posledních letech skutečný boom na poli mediální komunikace, jak dokládá graf na obr. 23. Story Map v současnosti nachází široké uplatnění. Kromě online atlasů a průvodců lze uvést i méně očekávatelné příklady: Story Maps se používají k účelům edukace, aktivismu, crowdsourcingu, ukazují byznysové aktivity firem či vyprávují osobní příběhy, berou na sebe roli prezentací, životopisů či v neposlední řadě komplexních webových stránek.

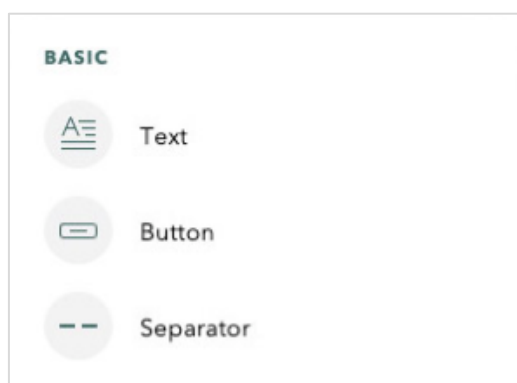


Obr. 23: Vývoj počtu publikovaných Story Map v posledních letech, upraveno

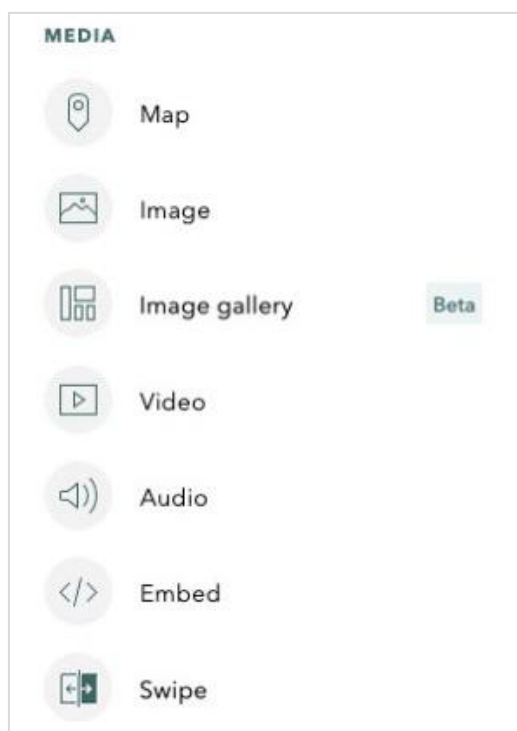
Práce na tvorbě mapy s příběhem je ve webové aplikaci ArcGIS StoryMaps snadná a intuitivní. V prostředí samotného editoru se nejprve vytvoří úvodní část, která se sestává

z názvu Story Map (volitelně podtitulu) vizuálně umístěným před multimediálním obsahem, např. tematickým obrázkem. Veškerý další obsah se přidává pomocí tlačítka (s ikonou „+“), jež nabízí výběr prvků rozdělených do tří kategorií: *basic*, *media* a *immersive* (v českém znění překladu aplikace postupně *základní*, *multimédia* a *poutavé*).

Kategorie označená jako základní nabízí tři formy bloků obsahu: *text*, *tlačítko* a *oddělovač*. Tímto způsobem lze přidat textový blok, který je možné omezeně formátovat či hierarchicky strukturovat. Oddělovač slouží jako vizuální předěl různých (nejen textových) částí Story Map. Pomocí tlačítka pak lze umístit odkaz na web.



Obr. 24: Základní obsahové elementy v editoru ArcGIS StoryMaps



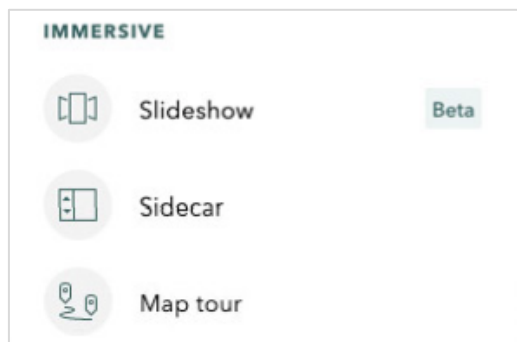
Obr. 25: Nabídka multimediálních složek obsahu ArcGIS StoryMaps

Editor nabízí celé spektrum médií, které lze do Story Map vložit. Autor může specifikovat pozici každého importovaného objektu (viz obr. 26). Mapu je možné nahrát z autorova cloudového úložiště na ArcGIS Online, případně z Living Atlas na stejné platformě. Obrázky, videa a audio se importují buď přímo z počítače, nebo vložením odkazu na webové umístění souboru. Prvek *Swipe* odkazuje na stejnojmenné schéma klasické verze Story Map (viz 5.2). Nabízí možnost porovnat dvojici map či snímků umístěných do okna s vertikální posuvnou lištou. Jejím

přesouváním ze strany na stranu je realizován překryv jedné či druhé mapy (snímku). Do příběhu je možné začlenit s využitím prvku *Embed* webový obsah, např. webové aplikace či dokonce příspěvky ze sociálních sítí.



Obr. 26: Možnosti uspořádání bloku mediálního obsahu



Obr. 27: Pokročilé formy obsahu v ArcGIS StoryMaps

Poslední součást nabídky bloků obsahu tvoří trojice pokročilých prvků. Prvním z nich nese označení prezentace (*slideshow*) a nabízí možnost vložení sekvence snímků či videí. Volba *Sidecar* umožňuje přidat blok obsahu, jehož kompozice se skládá z hlavního rámu a plovoucího či ukotveného postranního panelu s textem. Do hlavního okna lze umístit mapu, obrázek či video. Taktéž podporuje obdobu prvku *Swipe*, resp. integruje formát překrývání dvojice map nebo snímků. *Map Tour* představuje poslední položku kategorie *Immersive*, která rovněž čerpá z klasických šablon (popsaných v sekci 5.2). Pomocí této funkce lze rozmístit na mapu body a k nim navázat doprovodné informace: obrázky, text apod. Takového výsledku je možné docílit aplikací jednoho ze dvou základních schémat: *Guided* či *Explorer*. Struktura *Guided* je určena pevným pořadím prezentovaných zájmových bodů, přičemž ji lze zaměřit primárně na mapu (výběrem podkategorie *Map Focused*, *Media Focused*), nebo naopak dát větší prostor mediálnímu obsahu. Galerii zájmových bodů ve verzi *Explorer* lze aranžovat do dvou vzorů: seznamu či mřížky.

6. Vývoj vnímání tvaru a rozměrů Země

V hlavní části této práce, která podrobně analyzuje Galileovy přednášky o tvaru, lokaci a rozměrech *Inferna*, je zároveň kauzálně pracováno s tvarem a velikostí Země. Z tohoto důvodu obsahuje tato kapitola s předstihem přehled o vývoji vědeckých přístupů ke tvaru a měření Země, jejíž parametry lze považovat za stěžejní otázky počátků geodézie. Výťah je koncipován dle známých základních historických period: od starověku po novověk, přičemž pozornost je upřena vývoji až po dosažení Galileovy doby. Přesah do moderní éry není pro účely práce stěžejní.

6.1 Starověk

Myšlenka, že planeta Země má tvar koule, byla zastávána *Pythagorem* již v 6. stol. př. n. l. Stejného názoru byl i jeho žák *Platón*. Ve 4. stol. př. n. l. zavedl jeho učeň, *Aristoteles*, ve svém díle *Metafyzika* pojem *geodesia*. Termín lze z řeckého slova přeložit jako *dělení Země* [21]. *Aristoteles* navíc jako první přinesl důkazy o kulatosti tělesa Země: pozoroval mizející lodě na moři za horizontem nebo zatmění Měsíce, během něhož vrhá Země na povrch Měsíce kruhový stín [22].

Pravděpodobně první vyčíslení zemského obvodu stanovil *Eudor z Knidu*, přičemž určená délka představovala 400 000 *stadií*. Nejednoznačnost vymezení jednotky dnes znesnadňuje přepočítání do metrické soustavy.⁸ Rovněž bez bližší specifikace této jednotky stanovený obvod převzal a publikoval také *Aristoteles*. V závislosti na okolnostech převodu do metrické soustavy by se obvod Země pohyboval v intervalu mezi 65 600 až 84 800 km, tedy výrazně více, než jak je určen dnes [21].

V první polovině 3. stol. př. n. l. vyslovil *Aristarchos ze Samu* ve svém traktátu⁹ revoluční myšlenku heliocentrického uspořádání vesmíru. Ta ovšem nebyla na úkor geocentrismu výrazněji přijata; na své znovuoživení a definitivní přijetí musela počkat až do dob Mikoláše Koperníka, resp. jeho nástupců, mezi něž se samozřejmě řadí i Galileo Galilei.

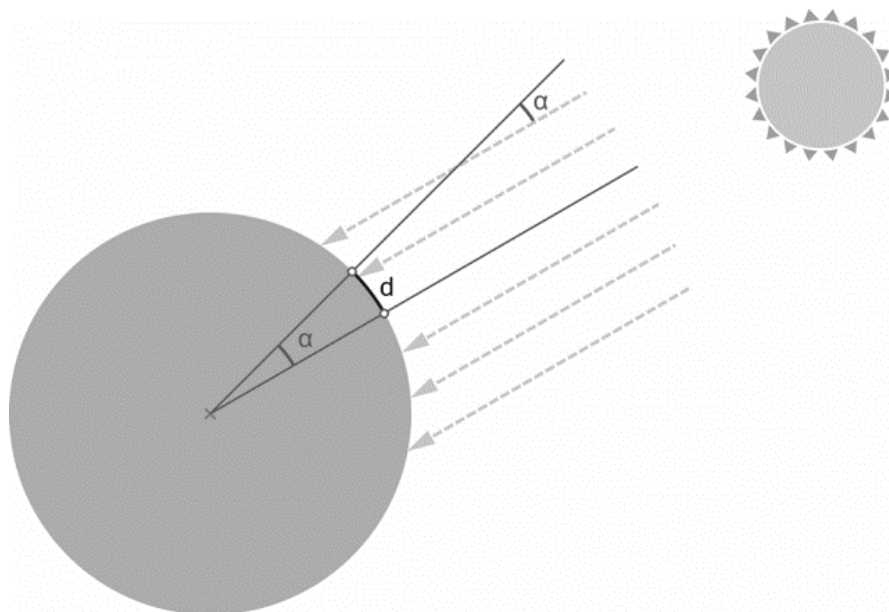
Ve druhé polovině 3. stol. př. n. l. s se odehrálo slavné měření, které provedl *Eratosthenes z Kyrény*. Nejprve získal informaci, že v Asuánu (dříve Syene), v pravé poledne dne letního slunovratu dopadají paprsky Slunce až na dno hluboké studny, z čehož usoudil, že směřují přímo do středu Země. Tento jev nastává na Obratníku Raka, na němž se domníval, že se město nachází.¹⁰ S předpokladem, že sluneční paprsky dopadají na Zemi prakticky rovnoběžně, změřil ve stejný den stín, který v 5000 *stadií* vzdálené, přibližně na stejném poledníku ležící Alexandrii vrhal pod totožným slunečním zářením tamní obelisk. Úvaha tedy byla zřejmá: pokud ve shodný den v roce vrhá tentýž předmět (např. sloup či pouhá hůl) vlivem slunečního svitu stín pouze na jediném ze dvou pozorovaných míst, jedná se nejen o další důkaz sférickosti Země, ale na základě úhlu lze vyvodit další závěry o jejích rozměrech. A přesně tak učinil *Eratosthenes*; změřený úhel odpovídal jedné padesátině kruhu ($7,2^\circ$). Z Euklidových *Základů* si byl dále vědom, že změřený úhel je totožný s úhlem, který je sevřen pomyslným prodloužením linií sloupů (potažmo studny a obelisku) do středu Země, jelikož se jedná o identický úhel, který na obecné přímce vytíná dvojice rovnoběžek. Odtud odvodil, že pokud padesátina obvodu Země koresponduje s tehdejší odhadem vzdálenosti z Alexandrie do Asuánu, tedy délkou 5000 *stadií*,

⁸ *Stadium (stadion)* byla antická jednotka míry. Jednu z definic starověké jednotky uvádí [23] následovně: "Jedna *stadie* byla vzdálenost, kterou prošel člověk klidným krokem od okamžiku, kdy se na horizontu objevil horní okraj Slunce, až po okamžik, kdy vyšlo celé Slunce, tj. kdy se na horizontu objevil jeho dolní okraj." Převod do metrické soustavy kolísá v závislosti na jejím druhu. Dle [21] jsou doloženy např. *stadie olympijská* (192,3 m), *attická* (177,6 m) nebo *ionská* (210 m).

⁹ *O rozměrech a vzájemných vzdálenostech Slunce a Měsíce*.

¹⁰ Město ve skutečnosti neleží přesně na Obratníku Raka.

obvod Země je roven jejímu padesátinásobku, tudíž 250 000 blíž nespecifikovaných stadií.¹¹ Přesnost tohoto výsledku závisí opět na interpretaci použité jednotky, nicméně v porovnání se liší od současné hodnoty v rozpětí o 11 % – 0,8 % [21].¹² Překvapivá přesnost byla nicméně způsobena i sérií nepřesně změřených dat, která se ve výsledku však vzájemně vykompenzovala.



Obr. 28: Ilustrace Eratosthenovy úvahy, upraveno

Ze zjištěného zemského obvodu nebyl pro řeckého matematika problém dopočítat průměr, resp. poloměr Země. Eratosthenes mimochodem nezůstal pouze u naší planety, jako první určil parametry tří základních těles vesmíru: Země, Měsíce a Slunce [21].

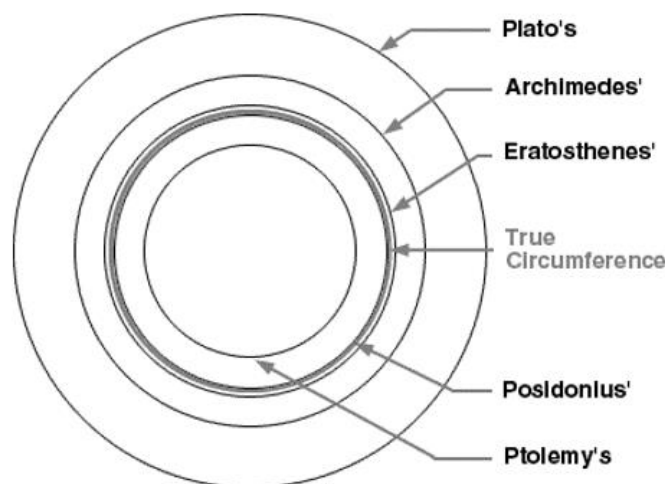
Ještě jeden antický výpočet si zaslouží zmínku. Zformuloval jej *Poseidonius*, který napodobil Eratosthena, pouze ve své úvaze vycházel z polohy hvězd. Zjistil, že hvězda *Canopus* při pozorování z Rhodu nevystoupá výše než na horizont, kdežto při observacích z Alexandrie vyšplhá nad horizont výše. Tento úhel změřil s výsledkem $\frac{1}{48}$ kruhu ($7,5^\circ$). Stejný úhel pak svírají spojnice stanovisek se středem Země. Vzdálenost mezi body byla stanovena na 5000 stadií, a tudíž Poseidonius vyčíslil obvod Země na 240 000 stadií. Ačkoliv se znovu dopustil jistých chyb (body např. neleží na stejném poledníku, dále neodpovídá použitá vzdálenost či změřený úhel), dosáhl pozoruhodné přesnosti (chyby se při výpočtu částečně anulovaly). Přepočet do metrické soustavy zůstává opět spekulativní, nicméně zdroj [24] nabízí zajímavé srovnání¹³ obvodů Země dle odhadů či výpočtů slavných antických matematiků.¹⁴

¹¹ Řada antických pramenů však uvádí 252 000 stadií. Tuto nuanci mohla zapříčinit pozdější Eratosthenova korekce nebo záměrné zaokrouhlení na cifru dělitelnou konvenční 60, resp. 360. Tomuto tématu se podrobně věnuje odborný text *The Two Earths of Eratosthenes* [25].

¹² Nejnížší odchylku od délky obvodu Země stanoveného moderní vědou připouští *Pliniova* interpretace, která předpokládá egyptské stadium [21].

¹³ Autor obr. 29 nespecifikoval použitý převod stadia, nicméně z jeho textu lze vyvodit délku 161 metrů.

¹⁴ Uvedená délka 5000 stadií byla dochována v Cleomedově textu, ve kterém popisuje Poseidoniov experiment. Strabonův komentář díla Poseidonia však uváděl odlišnou vzdálenost mezi Alexandrií a Rhodem (pouhých 3750 stadií) [26]. Tu později převzal i Klaudios Ptolemaios, který svým geografickým dílem ovlivnil téměř celý středověk, a dospěl k cifře 180 000 stadií po obvodu Země (navíc zde opět sehrála roli nejednoznačnost druhu použitého stadia). Druhou interpretaci zemských parametrů dále převzal i např. Kryštof Kolumbus, v jehož důsledku považoval Ameriku za Indii [27].



Obr. 29: Porovnání antických úvah o zemském obvodu, upraveno

6.2 Středověk

Rozvoj geografie a kartografie se po rozpadu římského impéria a nástupu křesťanství nedočkal adekvátního pokračování. Středověké vnímání tvaru a rozměrů Země bylo zaslepeno křesťanskou církví, která hlásala primitivní názor prezentující Zemi jako plochou desku. Myšlenka kulaté Země byla církví striktně perzekuována. Je až zarážející, jaký pokrok učiněný antickými učenými v diskutovaném oboru byla církev odhodlána radikálně neakceptovat. I z tohoto důvodu se inovativní přístup k této problematice odehrál mimo Evropu ovládanou katolickou církví.

Za staletí, během nichž se evropské vnímání světa bránilo přijmout antická fakta, o vlastních inovacích v geografii nemluvě, se zaslouží ocenit přínos kultury arabské a čínské. Například v Číně bylo kolem roku 600 navrženo a r. 725 realizováno stupňové měření pomocí provazců. Stupňové měření má za cíl zjistit vzdálenost mezi dvěma body na zemském povrchu, které zároveň leží na téže poledníku nebo rovnoběžce, a z té vyvodit základní parametry Země (obvod, průměr, poloměr). V roce 827 rozhodl chalífa *al-Mamún* o přezkoumání Eratosthenova pozorování a nařídil stupňové měření provazci v oblasti dnešního Iráku. Výsledky nejsou jednoznačně interpretovány, obvykle se uvádí délka $56 \frac{2}{3}$ arabských mil na 1° oblouku po poledníku, což znamená přibližně 111 km. [21] [28]

Středověk až do své vrcholné fáze, slavných mořeplaveckých objevů, lze z hlediska evropské geografie (a tedy i kartografie) označit za období temna. Z pohledu kartografické tvorby je tato etapa blíže specifikována v podkapitole 7.2 ve spojitosti s dobou Dantova života. Stručnost tohoto oddílu pramení z absence pokroku vnímání Země, jak v kontextu jejího tvaru a parametrů, tak v myšlence geocentrického uspořádání vesmíru.

V 15. století v Evropě znovuožil zájem o Ptolemaiovo dílo, které bylo i přes přibývající nesrovnalosti a již překonané závěry respektováno. Objevitelské plavby však postupem času začaly bořit Ptolemaiovskou představu světa, jež vycházela z jisté, dle dnešních znalostí méně přesné interpretace Poseidoniova měření obvodu Země. Rozvoj mořeplavectví, události velkých objevů či např. první obeplutí světa podnítily zájem o přesné určení zemských parametrů.

6.3 Novověk

Počátek novověku bývá konvenčně spojován s objevem Ameriky Kryštofem Kolumbem v roce 1492. Renesance, jak již plyne ze samotného názvu, s sebou přinesla návrat k odkazu a učení antiky. Evropa se tak znovu stala centrem pokroku nejen v geografii.

V průběhu novověku byly konečně zaznamenány další pokusy o určení zemských parametrů; Jean Fernel v r. 1525 měřil na pařížském meridiánu vzdálenost od Paříže k Amiens. Obvod vyčíslil na 40 043 343 metrů a poloměr Země na 6373 km [22], což znamená odchylku pouhých 0,1 %. Přesnost výsledku lze nicméně vysvětlit shodou příznivých náhod.

Revoluční metodu triangulace představil ve svém díle *Cosmographica* z roku 1533 holandský matematik a kartograf Gemma Frisius. S využitím nového přístupu triangulace provedl Willebrord Snellius měření, kterým stanovil poloměr Země překvapivě nepřesně na 6127 km. Jeho práce nicméně spadá již do 17. století.

Již roku 1543 vydal Mikoláš Koperník spis *De revolutionibus orbium celestium*, ve kterém formuloval přelomovou myšlenku heliocentrického systému sluneční soustavy. Na tu navázali Galileo Galilei nebo Johannes Kepler [21].

Pro kontext této práce jsou stěžejním dílem Galileovy přednášky o tvaru, lokaci a rozměrech *Inferna*, resp. komentované modely *Pekla* matematiků Manettiho a Vellutella. V nich sami autoři několikrát deklarovali délku (detailně viz 7.3), kterou dosadili za poloměr Země. Je překvapivé až zarážející, jakým rozdílem se užitý poloměr liší od předchozích. Ačkoliv Galileo ve svých jiných spisech určil např. vzdálenost Měsíce od Země, není u něj evidována snaha o autorské zpřesnění zemských parametrů.¹⁵

Tabulka 3 sumarizuje zmíněné známé výpočty parametrů Země převedené do metrické míry, pod nimiž stojí údaj používaný trojicí komentátorů Dantovy Komédie (otázka převodu Galileových mil viz 7.3). Primárně byl autory vždy určován obvod, poloměr uvedený v tabulce byl vyjádřen a vypočten triviálně ze vzorce pro obvod kruhu, neboť všichni autoři uvažovali tvar koule. Eratosthenovo a Poseidoniovo *stadium* bylo ztotožněno s egyptským, jehož převod se rovná 157,5 m. U Eratosthena tabulka pracuje se sumou 252 000 stadií (viz sekce 6.1). Na závěr tabulky byly v kontrastu doplněny parametry elipsoidu WGS-84.

Tabulka 3: Vybrané hodnoty parametrů Země v průřezu historického vývoje

AUTOR	OBVOD [KM]	POLOMĚR [KM]
ERATOSTHENES	39 690	6 316,860
POSIDONIUS	37 800	6 016,057
AL-MAMUN	39 960	6 359,832
FERNEL	40 043,343	6 373,096
MANETTI VELLUTELLO GALILEO	33 684,998	5 361,134
WGS-84 (POLÁRNÍ)	40 007,863	6 378,137
WGS-84 (ROVNÍKOVÝ)	40 075,017	6 356,752
WGS-84 (PRŮMĚRNÝ) ¹⁶	–	6 371,009

¹⁵ Galileovy přednášky o tvaru, lokaci a rozměrech *Inferna* obsahují údaj přibližně 3245 mil (viz podrobný rozbor v sekci 7.3), což je relevantní informace pro tuto práci. Při výpočtu vzdálenosti Měsíc–Země však Galileo počítal se zemským poloměrem 3500 mil [43].

¹⁶ Průměrný poloměr se počítá dle vzorce $\frac{2a+b}{3}$, kde a , b značí hlavní, resp. vedlejší poloosu elipsoidu. Průměrný obvod se neurčuje.

7. Galileovy přednášky

Galileo ve svých přednáškách kombinuje názorný matematický výklad s výbornou znalostí *Komedie*, takže svá tvrzení podkládá verši. Ačkoliv se jedná především o literární koncept *Inferna*, v řadě veršů jsou skutečně více či méně skryté informace, s jejichž pomocí lze sestavit jeho celou architekturu. V následujících podkapitolách je věnován rozboru Galileových přednášek náležitý prostor, neboť se jedná o zásadní zdroj informací týkajících se nejen struktury a topografie *Inferna*, ale nakonec i samotného příběhu putování básníků podsvětím. Získaná data následně sloužila ke zpracování StoryMap, resp. prvků příběhu (dílní mapy, 3D model a jiné).

Přednášky byly analyzovány a komentovány dle anglického překladu Galileova textu [29]. Citované úryvky z Dantova eposu jsou vždy opatřeny konvenční referencí poskládanou z latinského názvu kantiky, čísla zpěvu a čísla verše, resp. počátečního a koncového čísla veršů delší pasáže (např. *Inferno*, 1, 1–3). Úryvky básně jsou uváděny zpravidla jak v anglickém překladu (Robert Pinsky¹⁷), tak v českém (Otto František Babler¹⁸, není-li uvedeno jinak), přičemž zmíněná reference je platná univerzálně pro všechny překlady, a proto se v této práci nachází pouze pod anglickým textem. Pouze v ojedinělých, zdůvodněných případech byla použita odlišná či delší pasáž českého překladu, která je pak opatřena vlastním odkazem.

7.1 Komédie

La commedia. Bez nejmenších pochyb jedno z největších děl světové literatury. Dílo, ve kterém se snoubí autorovo vrcholné básnické umění, fantazie a intelekt. Vyjma biblických textů bychom v dějinách literatury marně hledali opus, který by oslovil tak široké spektrum publika. Již od 14. století, do jehož počátku se datuje vznik *Komedie*¹⁹, se mezi analfabetickým lidem tradovaly úryvky básně ústním podáním. Dokonce ještě v minulém století patřily různé verše a pasáže *Komedie* společně s modlitbami k textům, které z paměti znal a dovedl recitovat prostý lid celé Itálie. Znalosti hlavních epizod básně patřily k základnímu vzdělání publika ze středních vrstev, které doma tradičně uchovávalo exemplář *Komedie*, jenž patřil do knihovny každé domácnosti se stejnou samozřejmostí jako Bible. A konečně pro intelektuální kruhy znamenala *Komedie* naprostou senzaci, objekt obdivu, úcty, ale i častých sporů a neshod.

V období renesance, za jejíhož předchůdce je Dante považován, byla *Komedie* čtena jako fundamentální text zasahující do všech disciplín lidského vědění. Ode dne vydání až dodnes se těší neskutečně bohaté odezvě v podobě generací vydavatelů, editorů, umělců, komentátorů, překladatelů, badatelů a čtenářů, kteří se všichni nechali fascinovat jejími verši. Roku 1558 ve Florencii prezentoval Galileo Galilei dvě akademické přednášky o exaktních rozměrech *Inferna*, jež byly podloženy výpočty na základě Dantových veršů o podsvětí. S využitím inovativních metod v matematice, fyzice či astronomii demonstroval, že vědecké bádání spolu s vizualizačními technikami dovede poodhalit roušku nejen architektuře Dantovy básně, nýbrž i strukturu celého popsaného vesmíru. V podkapitole bylo čerpáno z [30].

7.2 Dantova geografie

Pro kontext Galileových přednášek je podstatné zmínit středověké vnímání Země. Ve středověku již byl znám její sférický tvar, do výsledného obrazu však promlouvala zásadně křesťanská víra (viz sekce 6.2). Kartografické znázornění středověkého světa je souhrnně označováno *Mapae Mundi* (singulár *Mappa Mundi*, v latině doslova mapa světa). Ačkoliv

¹⁷ Překladatel R. Pinsky byl zvolen z několika důvodů: jedná se o relativně mladý překlad z 90. let minulého století, čímž se stává i pro nerodilé mluvčí snadno srozumitelným (např. v porovnání se starší angličtinou v tradičním překladu H. W. Longfellowa), navíc byl citován i v anglickém přepisu Galileovy přednášky.

¹⁸ Mezi další české překlady *Komedie* patří Vladimír Mikeš nebo Jaroslav Vrchlický.

¹⁹ Přídoměk „Božská“ s dílem spojil až G Boccaccio; v této práci bude na epos odkazováno bez něj.

moderním prizmatem se zdají nepřesné a primitivní, jejich úloha byla spíše ilustrativní a schematická. Středověká Evropa produkovala v podstatě pětici hlavních charakteristických druhů mappae mundi: pásmové, Beatovy, kruhové, komplexní a portolánové, přičemž poslední typ se uvedeným tvrzení o ryze ilustrativní funkci map vymyká a představuje určitou exaktně vyspělejší, přechodovou formu mappa mundi. Dochované exempláře z celého období středověku nejčastěji tvořily součásti ilustrací rukopisů. Rozměry těchto děl byly velmi proměnlivé, od malých příručních map, po velké nástěnné, např. ve funkci oltářních obrazů. [2] [31]

V časech před slavnými mořeplaveckými objevy se předpokládalo, že pevnina okupuje polovinu Země a na druhé hemisféře se rozkládá oceán, mapy proto byly orientovány vždy na pevninu. Dále nelze opomenout zcela zásadní vliv na evropskou kartografickou tvorbu této doby, který nepochybně měla křesťanská víra, resp. Bible. Symbolicky se kladl do středu mapy Jeruzalém, nejposvátnější město hned tří světových náboženství²⁰. Kontinent Asie byl situován do horní části, jelikož východní směr je křesťanskou symbolikou vnímán velmi zásadně.²¹ Mapy byly čteně doplňovány biblickými ilustracemi, ale i mytickými motivy, které podtrhovaly spíše nevědeckou stránku tvorby těchto děl.

7.2.1 Pásmové mapy

Navazují na tradici římské kartografické tvorby 1. století př. n. l. (inspirací měl být dnes již neexistující glóbus, který navrhl Krátes z Mallu). Kulatou Zemi rozdělují do pěti až sedmi klimatických pásem (studená, mírná a spálená země). Panovalo všeobecné přesvědčení, že obyvatelné jsou pouze dvě mírné zóny. Ve své nejjednodušší verzi sestává pásmová mapa z kruhu, který je rovnoběžně rozdělen do pěti vrstev. Mezi nejznámější i nejčetnější patří ty, které se dochovaly jako ilustrace Macrobiova komentáře ke *Snu o Scipiovy*.²²



Obr. 30: Macrobiova mapa z roku 1843, upraveno

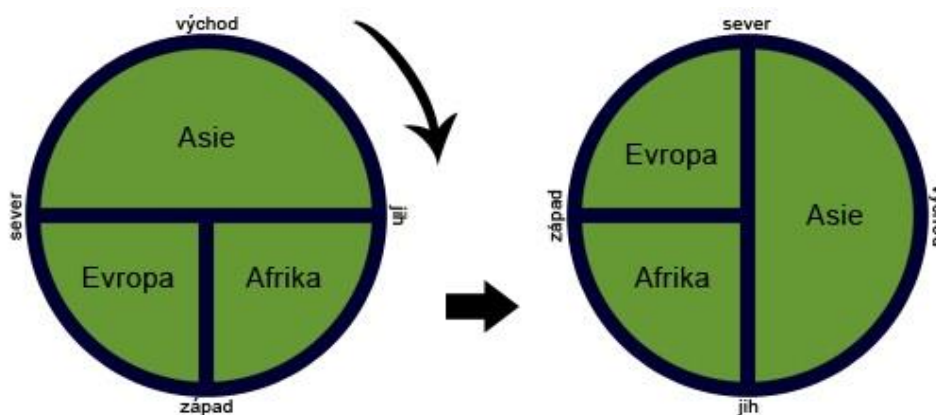
²⁰ Křesťanství, judaismus a islám.

²¹ Odtud pramení i např. běžná orientace osy kostela ve směru západ–východ (presbytář, a tedy i hlavní oltář směřují na východ). Orientace na východ neplatí pro portolánové mapy, viz dále.

²² Výňatek z Cicerova díla *De Re Publica*.

7.2.2 Kruhové mapy

Reprezentativním příkladem Dantovy doby jsou kruhové mapy neboli *mappae orbis terrae* (označovány také O-T nebo T-O mapy), na kterých vodstvo ve tvaru písmene „T“²³ odděluje tři známé kontinenty: Asii, Evropu a Afriku. Křesťanská symbolika kříže je z této litery také patrná. *Oikúmené*, známá a obyvatelná část světa, byla tedy ohraničena zleva Héraklovými sloupy (Gibraltar) a ústím Gangy na stejné úrovni v části pravé.²⁴ Do protipólu Jeruzaléma ležícího v centru *Oikúmené*, tedy doprostřed vod oceánu, Dante umístil horu *Očistce*. Do této kategorie spadá např. i nejstarší česká *mappa mundi* z 15. století, jež byla obsažena v kronice Vavřince z Březové. [32] [2]



Obr. 31: Skutečný (vlevo) a transformovaný model T-O mapy, který je uzpůsoben dnešnímu standardu orientace map světa



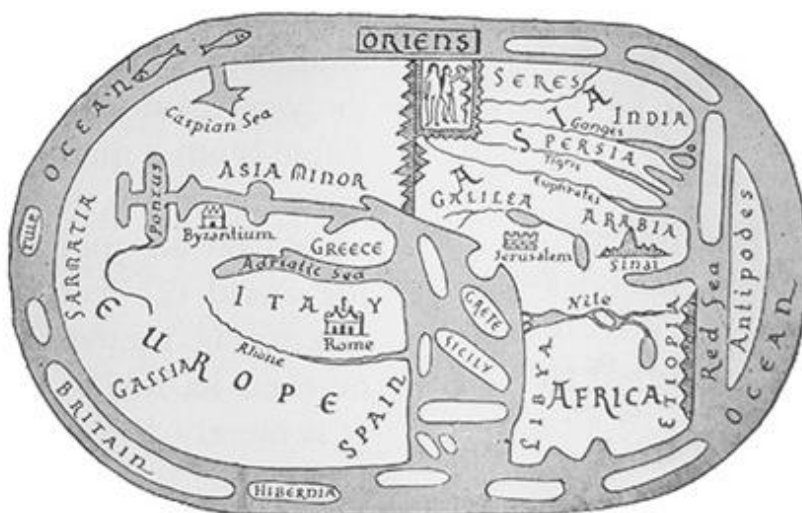
Obr. 32: Ukázka T-O mapy z 11. století, upraveno

²³ Svislá čára písmene představuje Středozemní moře, vodorovná čára značí velké řeky, pravděpodobně Nil (Nilus) a Don (Tanais).

²⁴ Mezi zmíněnými body současníci Danteho předpokládali úhel 180°. Správný úhel je však přibližně 120°, Země byla tedy oproti realitě protažená (ve směru východ–západ).

7.2.3 Beatovy mapy

Dostaly jméno podle asturského mnicha Beata z Liébany (730–798), jenž byl autorem spisu *Commentaria in Apocalypsin*²⁵. Součástí rukopisu bylo třináct zpravidla oválných map se Svatou zemí uprostřed. Ty posloužily jako inspirace pro řadu dalších map přibližně v období od 10. do 13. století, a proto jsou od ní odvozená díla pojmenována po původním autorovi. Obsahují tři známé kontinenty oddělené mořem od čtvrtého, neznámého, nazývaného *Antipodes*.



Obr. 33: Kopie (z roku 1030) jedné z Beatových map

7.2.4 Komplexní mapy

Základní schéma T-O map bylo postupně modifikováno v mnohem složitější a detailnější díla označovaná jako komplexní mapy. Starší zdroje [2] tuto kategorii samostatně nerozlišují a nechávají ji začleněnou mezi příbuzné kruhové mapy. Komplexní mapy obsahují podstatně větší množství topografických detailů než strohé klasické O-T mapy; územní celky, města, řeky, hory či pobřežní členitost. Hluchá místa klasicky zaplňovaly výjevy z Bible a mytologie. Mezi časté biblické výjevy patří obrazy ráje, babylónská věž, Noemova archa a další. Z mytologických ilustrací lze uvést draky, jednorožce, mořské panny, ale i častá vyobrazení mnohem podivnějších stvoření, např. bezhlavých mužů s očima na hrudi (viz obr. 35) nebo čtyřřokých Etiopů. [33]

Tato mapová díla jsou považována za velmi zdařilá²⁶ a nalezneme mezi nimi ty nejslavnější exempláře mappae mundi. Konkrétně lze uvést *ebstorfskou mapu*, jejíž osud bohužel zpečetila 2. světová válka, resp. bombardování Hannoveru (1943), kde byla uložena. Do té doby představovala s průměrem 3,56 metru největší dochovanou mappa mundi, která sestávala z třiceti sešitých pergamenových listů. Původně mapa plnila roli oltářního obrazu a jejím pravděpodobným autorem mohl být Gervasius z Tilbury, probošt kláštera v Ebstorfu. Také rok jejího vzniku je nejistý, uvádí se datace kolem roku 1234 (některé zdroje [2] připouští již 1214). Na mapě nalezneme také Moravu (pod názvem *Morania*), obsaženy jsou i některé popisné informace o našem území.²⁷ [2] [33]

²⁵ Populární komentář *Zjevení Janova*, poslední knihy Nového zákona. Ta je též zvaná Apokalypsa sv. Jana.

²⁶ Mappae mundi jsou zpravidla ceněna spíše umělecky než kartograficky, nicméně podávají důležité svědectví o geografických znalostech a představách středověku.

²⁷ Mapa čerpala popisné informace z hamburské církevní kroniky Adama Brémského (1032), podle které uvádí např. detaily o řekách Labe s Odrou. O obyvatelích se dočteme, že: „*Moravané jsou kmény slovanskými na východ od Boemů,*“ s nimiž na jedné straně sousedí Pomořané a Poláci a na straně druhé Uhry a „*nejukrutnější kmen Pečenějů, kteří se živí lidským masem.*“ [33]



Obr. 34: Reprodukce Ebstorfské mapy

Dále nelze opomenout mapu *herefordskou*, dílo Richarda z Haldinghamu a Laffordu přibližně z roku 1280. Byla vytvořena taktéž jako oltářní obraz pro herefordskou katedrálu v Anglii a shodně obsahuje znaky, které byly významné pro kruhové mapy středověku: Jeruzalém v centru, orientace na východ a doplňkové ilustrace bájných stvoření či biblických výjevů. Průměrem dosahuje 132 cm. Jejím kartografickým kvalitám nelze složit poklonu, spíše naopak; dílo je důkazem hluboké neznalosti světa, a to včetně autorovy rodné země. [2] [31] [33]



Obr. 35: Detail herefordské mapy zachycující tzv. bezhlavého muže (ang. plurál Blemmyes)



Obr. 36: Ukázka biblického motivu zobrazující Rudé moře a exodus Židů z egyptského otroctví. Trasa vedla dle Bible skrz vody moře, které se na příkaz Mojžíše rozestoupily. Detail herefordské mapy

Mezi další zaznamenaníhodné exempláře, které nesou vliv map portolánových, patří mapa Pietra Vesconta (1320) a především *fra Maureova mapa* (1459) o průměru 2 metry, která odráží nové poznatky z cest Marca Pola či Nicola de Contiho.

7.2.5 Portolánové mapy

Jak již bylo naznačeno, portolánové (též portulánové či kompasové) mapy představují pokroková kartografická díla, která zobrazovala primárně mořské pobřeží, přístavy, zálivy a zátoky, naopak pevnina zůstávala prázdná²⁸. Odtud je patrné jejich využití k navigaci na moři, ačkoliv prvotní impuls stojící za jejich vznikem je nutné hledat v rychle se rozvíjejícímu obchodu ve Středomoří. Zpravidla orientovány na sever obsahovaly charakteristický systém loxodrom, nedílnou součást paprskovitě se rozbíhajících linií (obvykle šestnácti nebo dvaatřiceti) z určitého středového bodu. Evropská tradice užívá osm hlavních směrů, které byly dále půleny, v zastoupení osmi větrů²⁹. Právě pomocí těchto linií a kompasu udržovali kormidelníci během plavby kurz. Jejich ztvárnění se v čase zdokonalovalo, původní jednoduché sítě paprsků a bodů časem nahradily kompasové růžice. Výroba se v rámci Evropy soustředovala do Itálie (Benátky, Janov) a Katalánska. Mezi nejvýznamnější exponáty patří např. *katalánský atlas* (vznik kolem roku 1375) nebo nejstarší dochovaná *Carte Pisane* (*pisánská mapa* pocházející z konce 13. století). [33] [31] [2]

Příklady portolánové mapy nalezneme i v mimoevropské produkci. *Mapa Piriho Reise* vznikla na území dnešního Turecka a nese dataci odpovídající roku 1513 (919 v muslimském kalendáři). Ačkoliv je s obsahem díla spojována řada údajných záhad³⁰, nelze mu upřít skutečnost, že se jedná o nejstarší dochovanou mapu zobrazující oba kontinenty Ameriky. [34]

²⁸ Plochy pevniny bývaly zaplněny ilustracemi mytických motivů, zvířat, králů a událostí. Neprozkoumané oblasti bývaly označeny jako „*terra incognita*“ nebo „*hic sunt leones*.“

²⁹ Tramontana (severní vítr), greco (severovýchodní), levante (východní), siroco (jihovýchodní), ostro (jižní), libeccio (jihozápadní), ponente (západní) a maestro (severozápadní). Obvykle byly kolem růžice zastoupeny pouze počátečním písmenem. Čínská tradice dělila kompas do 12 směrů dle zvěrokruhu. [33]

³⁰ Které mimochodem odborně vyvrací např. [34].



Obr. 37: Příklad portolánové mapy mimoevropské produkce. Tzv. mapa Piriho Reise nese dataci korespondující s rokem 1513 (919 v muslimském kalendáři).

7.3 Jednotky a převody

Matematici zabývající se rozměry *Inferna*, jejichž hlavními představiteli byli Manetti, Vellutello i Galileo, ve svých výpočtech respektovali odborně zastávaný názor své doby, dle něhož byl poloměr Země vyčíslen na $3245 \frac{5}{11}$ florentských mil. Florentská míle (dále v textu používáno jen „míle“) dle zdroje [32] z roku 2014, který se věnuje právě rozboru Galileových přednášek o rozměrech *Inferna*, činí 1,74 km.

V postupech zmíněných vědců byla často použita i další jednotka délky, jejíž název zní v italském originále *braccio* (pl. *braccia*). Do češtiny by bylo možné přeložit jako loket, nicméně originální výpočty jsou v této práci komentovány s původními jednotkami. Přepočtení *braccio* do metrické soustavy není zcela jednoznačné, jelikož se délka této jednotky v různých oblastech Itálie mírně lišila. Vzhledem k tomu, že Manetti žil ve Florencii a ve stejném městě proběhlo i Galileovo akademické vystoupení na téma struktury *Inferna*, lze usuzovat, že pro přepočty do dnešní metrické soustavy bude nejpřesnější použít právě míru užívanou v lokalitě Florencie. Tamní délka 1 *braccio* je podle [35] rovna 583,6 mm.

Nesoulad do nastíněného přepočtu jednotek vnáší pasáž z druhé Galileovy přednášky, ve které (pouze mimochodem) upřesňuje vztah použitých jednotek: „... 750 *braccia*, which is $\frac{1}{4}$ mile, ...“ Pokud má být čtvrt míle rovna 750 *braccia*, bylo možné otestovat výše uvedené převody obou jednotek do metrické soustavy, resp. zjistit, zda mezi převedenými jednotkami platí rovnost. Dále následují vztahy, které potvrzují nesoulad a indikují chybu minimálně u jednoho vztahu mezi soustavami jednotek. Nejprve zápis závazné rovnosti, kterou uvádí sám Galileo:

$$750 \text{ braccia} = 0,25 \text{ míle}$$

$$3000 \text{ braccia} = 1 \text{ míle}$$

Po dosažení metrických jednotek dle odstavců výše:

$$3000 \cdot 0,5836 \text{ m} \neq 1740 \text{ m}$$

Problém je tedy složitější, než bylo předpokládáno, a proto byla provedena důkladná rešerše s cílem zjistit přesný převod *braccio* do metrické soustavy. V badatelské práci s titulem „*How long is Galileo’s punctus?*“ se tomuto tématu detailně věnuje Roberto Vergara Caffarelli. Autor zde zkoumá dvě fundamentální jednotky, které jsou s termínem *braccio* v italské historii spjaty: *braccio (fiorentino) a terra* versus *braccio di panno*. A právě první zmíněná jednotka s největší pravděpodobností koresponduje s jednotkou *braccio*, kterou Galileo a jeho předchůdci ve svých výkladech použili, neboť byla dle [36] využívána k měření vzdáleností na Zemi: „*The unit braccio a terra is associated with geographical measurements, e.g. one mile equals 3000 such braccia.*“

Ještě přesněji vystihl rozdíl mezi zmíněnými jednotkami autor Leonardo Ximenes v polovině 18. století: „*Two different braccia have been used by your ancestors; which some authors badly mix up. The first one, they called braccio da terra, which they used to measure the land and geographical things. The second, they called braccio da panno, and it was used to estimate the measurements of cloths. Nowadays, this latter braccio has become so common, even in terrestrial measurements, that the former one is nearly out of use. Therefore, this braccio da panno is divided into 20 soldi, and each soldo into 12 piccioli. Geographers are in great disagreement over this measure. Since, according to Snellio it is 2609 Parisian parts, according to Riccioli 2550 parts, according to Picard 2580. The latter measure is the right one, as it has lately been found out from the public standards.*“³¹ Na druhém místě zmíněná jednotka tedy sloužila k měření látky. [36]

Jak problém uzavírá [36], po přepočtu na základě textu (viz poznámka pod čarou k citaci) získáme dvojici florentských standardů délky: *Braccio di panno* o délce 583,02 mm a *Braccio a terra* vyčíslenou na 550,63 mm.

Závěrem se nabízí bilancovat diskutované šetření nesouladu jednotek dle [32] a [35]. Zdroj [35] nabízí s největší pravděpodobností výčet takových *braccia*, které souvisely s regionálními trhy, resp. tamním měřením látky, a nesloužily tedy k pozemním měřením [36]. Možná právě odtud čerpala práce [32], ve které byla délka navíc zaokrouhlena na setiny milimetru (0,58 mm). Poté by totiž přepočet na míle odpovídal.³² Přepočty rozměrů částí *Inferna* do metrické soustavy uzavírají tuto kapitolu. Zde se nabízí alespoň poznámka: poloměr Země očima italských učenců 16. století v porovnání s poloměrem³³ používaným k základním výpočtům v současnosti nabývá dnešní hodnoty přibližně z 84 %.

Tabulka 4 obsahuje základní vztahy a parametry Země, se kterými pracoval Manetti, Vellutello a Galileo, převedené do metrické soustavy.

Tabulka 4: Převod zemských parametrů Galileovy doby

	BRACCIA	M	MÍLE	KM
ZÁKLADNÍ VZTAH	3 000	1 651,89	1	1,652
OBVOD ZEMĚ	61 175 376,9	33 684 997,8	20 391,792	33 684,998
POLOMĚR ZEMĚ	9 736 363,6	5 361 133,9	3 245,455	5 361,134

³¹ V citaci je zmíněna francouzská historická jednotka míry *parisian line*, která odpovídá délce 2,2558 mm.

³² Vynásobením třemi tisíci lze docílit délky 1,74 km.

³³ Byl uvažován základní poloměr Země 6378 km.

7.4 Historické pozadí

Roku 1481 vyšla edice *Komedie*, na které se jako ilustrátor podílel slavný italský malíř Sandro Botticelli; jeho kresby zde posloužily jako podklad pro rytiny B. Baldinimu. Velmi záhy následoval i druhý Botticelliho počin spjatý s touto básní: cyklus ilustrací k Dantovu rukopisu na objednávku člena rodu Medicejských. Mezi dvaadvadesát dochovaných ilustrací patří i dnes nejslavnější *Mappa dell'Inferno*. I tyto práce reflektují oživení zájmu o Danta na konci 15. století.

Zanedlouho, v roce 1506, publikoval³⁴ florentský matematik *Antonio Manetti* geografický a geometrický rozbor *Inferna* tak, jak jej popsal Dante. Svě ilustrace vykreslil na základě vztahů a komplikovaných výpočtů, které sestavil pomocí veršů. Pro intelektuální kruhy, ve kterých byla *Komedie* vnímána jako fundamentální text, byla preciznost výpočtů zásadní. Jednalo se o vůbec první pokus exaktně změřit *Peklo*.

Manettiho práce však zůstala po nějaký čas téměř bez povšimnutí, dokud roku 1544 ve svém komentáři k Dantově *Komedii* nenabídl Alessandro Vellutello radikálně odlišný výklad a matematický model *Inferna*. Vellutello, který pocházel z rivalského města Lucca, svou kritikou Manettiho práce rozpoutal přibližně 40 let trvající debatu vědecké obce, kterou měl rozsoudit až roku 1588 Galileo Galilei. [37] [32]

7.5 Úvodní slovo

Galileo do úvodu své první přednášky zařadil výčet pozoruhodných úspěchů na poli vědy, kterých lidstvo jeho doby dosáhlo; naráží na pohyby Země, zdánlivý pohyb hvězd, jejich velikost nebo např. geografii pevniny a moří. Jedním dechem ovšem dodává, že se jedná o problémy lidským rozumem alespoň částečně uchopitelné a s neskrývaným obdivem skládá poklonu studiím, které se pouští do tak nepředstavitelných míst, jako je *Peklo*. Skryto v útrobách Země před všemi lidskými smysly, kterými bychom jej mohli zkoumat, *Inferno* nelze popsat empiricky. Ačkoliv je snadné dostat se dovnitř, ven však cesta nevede žádná, jak dokládají slova vyrytá nad pekelnou branou:

„All hope abandon, ye who enter in!“

Inferno III, 9

„Naděje zanech, kdo mnou ubírá se!“

K pochopení celé pekelné struktury bylo zapotřebí mít skutečně nadaného vypravěče, ze kterého se v jeho díle opakovaně stává geograf a architekt. Důkazem jsou i další části *Komedie*, ve kterých vznešeně rozvinul konstrukci nebes či obdivuhodně navrhnul Zemi samotnou, jak ve své lekci pokračuje Galileo. Přestože Dante popisuje *Inferno* detailně, stále ho nechává zahalené tmou, proto všechny, kteří se pokusili osvětlit jeho architekturu, čekala mimořádná výzva. Mezi nimi se našli dva, kteří ve svém úsilí byli úspěšnější než ostatní, ačkoliv se jejich výsledky značně odlišovaly: *Antonio di Tuccio Manetti* a *Alessandro Vellutello*.

7.6 Manettiho Inferno

Nejprve je předesláno pořadí, ve kterém Galileo zkoumal Manettiho závěry. Ve stejné posloupnosti byla sestavena náplň této sekce. Ta však není obdobně členěna, jelikož se témata v některých případech prostupují a odkazují na sebe, proto byl tento oddíl zformován kompaktně.

1. Tvar a celková velikost *Inferna* (absolutní i v porovnání se Zemí)
2. Lokalizace *Inferna* pod povrchem Země

³⁴ Ve skutečnosti nepublikoval přímo Manetti, jeho výzkum vydal Girolamo Benevieni pod titulem *Dialogo di Antonio Manetti, Cittadino Fiorentino Circa al Sito, Forma Et Misure Dello Inferno Di Dante Alighieri Poeta Excellentissimo*.

3. Úrovně *Inferna* dle vzdálenosti od středu Země a jejich další členění
4. Měření intervalů mezi jednotlivými úrovněmi
5. Členění Dantova *Inferna* a šířka každé sekce³⁵
6. Shrnutí Dantovy cesty rozklíčovanou strukturou *Inferna*.

Tvar *Inferna* je obecně konkávní, lze jej definovat jako kónický s vrcholem ve středu Země a základnou pod povrchem. Galileo parafrázuje Manettiho vizi tvaru, místa a velikosti *Pekla* takto: „*Představme si spojnicí vedoucí ze středu Země do Jeruzaléma a dále oblouk, vedoucí z tohoto města po povrchu Země do jedné dvanáctiny jejího obvodu. Z druhého konce oblouku, než na kterém se nachází Jeruzalém, spustíme kolmici do středu Země. Máme tedy kruhovou výseč, jejíž obvod je roven dvanáctině obvodu Země a která je ohraničena spojnicemi se středem Země. Pokračujme tím, že spojnice středu Země s Jeruzalémem zůstává fixní a oblouk s druhou spojnicí necháme kolem ní rotovat, dokud se nedostane do své původní polohy. Takovým pohybem bude vyříznuta kuželovitá část, po které, pokud bychom ji ze Země vyňali, zůstane prostor, v němž se rozkládá Inferno.*“ Tímto získáváme dle Galilea tvar a velikost Manettiho *Pekla*, tedy kónickou propast, jejíž nejnižší položený bod se nachází v samotném středu Země a jejíž ústí se nachází pod povrchem tak, že Jeruzalém leží přesně nad jeho středem. Ostatně si zde Galileo opět našel oporu ve verších:

*"Now you are beneath the opposite hemisphere to that
Which canopies the great dry land therein:
Under the zenith of that one is the site
Whereon the Man was slain who without sin
Was born and lived ..."*

Inferno XXXIV, 112–115

*„Ted přišels pod tu polokouli spodem,
co leží proti té, jež nad pevniny
se zdvíhá, pod níž vprostřed člověk rodem
i žitím čist byl zmařen bez své viny.“*

Potvrzení tétož lze dohledat v textu druhého zpěvu *Purgatoria*, když se Dante s Vergilem nachází již zcela na druhé hemisféře:

*„Already the Sun was joined to the horizon
Whose meridian circle covers
Jerusalem with its highest point ..."*

Purgatorio II, 1–3

*„Už Slunce na obzoru vyšlo málem,
poledník jehož vrcholným svým bodem
přikrývá právě město Jerusalem ...“*

S mírnou nadsázkou může být tvar *Pekla* přirovnán ke gigantickému zmrzlinovému kornoutu, neboť je nutné nevnímat tvar pouze jako kužel s vrcholem ve středu Země, ale také neopomenout klenuté zastřešení celé prohlubně (ve zmíněné symbolice zmrzlinu) [38]. Galileo dále sumarizuje, že hloubka *Pekla* je rovna poloměru Země. Zamýšlí se i nad celkovým objemem

³⁵ Anglický přepis Galileovy přednášky používá pro rozlišení částí *Inferna* terminologii *level, circle, ring, bolgia* nebo *sphere*. Zatímco výraz *level* (překládám jako *úroveň*) rozlišuje pouze Galileo (viz dále), ostatní termíny byly přeloženy dle nejznámějších českých překladů *Komedie*; proto je *Inferno* složeno z devíti *kruhů* (*circles*), v sedmém kruhu rozlišujeme tři *pásma* (*rings*), v osmém kruhu deset *žlebů* (*bolgias*) a v devátém kruhu čtyři *sféry* (*spheres*). Výrazy *ring* a *circle* jsou zřídka užívány i pro rozlišení specifických částí některých kruhů, v tom případě by jejich překlad zněl *prstenec*, resp. *okružít*. Tímto se sice pouštíme do lingvistických rozborů, ale ke správnému pochopení pekelné struktury není možné tyto termíny zaměňovat.

Inferna, jelikož správně tuší, že prostor nemůže sahat až k samotnému okraji Země; ústí *Pekla* je dle jeho slov zaklenuto střechem o šířce osminy poloměru Země.

Následně se Galileo dostává k úrovním *Pekla*, které rozlišuje dle vzdálenosti od středu Země. Pekelnou sluj přirovnává k obrovskému amfiteátru, který se také s každým stupněm směrem dolů zužuje. Nejbližší pod povrchem se nachází *Limbo*, též označováno předpeklem a dle veršů první kruh *Pekla*. Poté se na každé nižší úrovni rozpíná vždy další kruh až do páté úrovně, na které se podle Danteho nachází kruhy dva (pátý a šestý). Básník rozlišuje části *Inferna* dle hříchů, za které zde hříšníci trpí, a takto odlišné části nazývá *kruhy*. Galileův přístup ovšem potřebuje rozlišit úrovně *Inferna* dle vzdálenosti od středu Země, z čehož vyplývá, že *Inferno* je složeno z devíti kruhů na osmi úrovních. V přednášce stojí: „*And here one should point out that by levels we do not mean what are called circles by Dante, because we propose that the levels are distinct from each other by greater or lesser distance from the center, which isn't always the case with circles, witness that in the fifth level the Poet places on the same level two circles. But because the other levels are still called circles by the Poet, we can say that in all there are 9 circles and 8 levels.*“

Pod pátou úrovní se tedy nalézají šestá a na ní sedmý kruh, který je dělen do tří pásem. Dle Danteho jsou tato pásma koncentrické součásti sedmého kruhu, tedy vzájemně se obklopující prstence. Na sedmé úrovni v osmém kruhu zvaném *Malebolge*, napočítáme celkem deset částí, tzv. žlebů (v orig. *bolgias*, sg. *bolgia*). Nejnižší, osmá úroveň pojímá čtyři sféry ledu tvořící devátý kruh.

K základní orientaci v navržené struktuře je zařazena tabulka 5. Jak bylo uvedeno, klasifikace *Inferna* dle úrovní je sice v básni obsažena implicitně, ale podrobně ji analyzoval a zdokumentoval až Manetti. Proto tabulka obsahuje v záhlaví sloupců jména v závorkách, dle nichž byly zavedeny příslušné kategorie.

Tabulka 5: Základní struktura *Inferna*

ÚROVEŇ (MANETTI)	KRUH (DANTE)	POČET SEKČÍ
PRVNÍ (LIMBO)	1	–
DRUHÁ	2	–
TŘETÍ	3	–
ČTVRTÁ	4	–
PÁTÁ ³⁶	5, 6	3
ŠESTÁ	7	3
SEDMÁ (MALEBOLGE)	8	10
OSMÁ	9	4

Na otázku, jak dalece jsou od sebe jednotlivé úrovně vzdáleny, odpovídá Galileo následovně: prvních šest úrovní *Inferna* je odsazeno ekvivalentně; konkrétně jsou od sebe vzdáleny o osminu poloměru Země, což je mimochodem stejná délka, jaká byla stanovena mezi zemským povrchem a první úrovní *Pekla*. U dvou zbývajících přechodů, tj. z šesté úrovně do *Malebolge* a odtud (tedy ze sedmé úrovně) do osmé, Galileo s odkazem na Manettiho původně předpokládal tutéž vzdálenost jako u všech ostatních. Nicméně ve verších našel jasné důkazy, že tomu tak být nemůže. Ve 29. zpěvu slyší Dante od Vergila, že obvod devátého žlebu činí 22 mil:

"... You found no reason
 To delay like this at any other pit.
 Consider, if counting them is what you plan,
 This valley extends along a circular route
 For twenty-two miles."

Inferno XXIX, 7–9

³⁶ Dělení páté úrovně může být vzhledem ke dvěma obsaženým kruhům problematické. Nicméně pátý kruh je konvenčně dělen na dvě části, šestý kruh je považován za třetí část páté úrovně. Detaily viz text dále, tabulka slouží čtenáři k prvnímu seznámení se strukturou, jejíž složitost je vhodné odhalovat postupně.

*„Tak nečinils to v jiných jámách bolů.
Však pomni, míníš-li je spočítati,
že míle dvacet dvě má kruh ten v dolu ...“*

Z čehož lze snadno odvodit průměr, který odpovídá přibližně 7 mílím. Následující zpěv obsahuje informaci o desátém žlebu (*bolgia*), jehož obvod má čítat celkem 11 mil:

*“... Were I still light
Enough to move even one inch ahead
Every hundred years, I would have set out
Upon this road already, trying to find
Him in this mutilated people – despite
The circuit being eleven miles around
And at least half a mile across its track.”*

Inferno XXX, 82–86

*„Kdybych byl ještě lehký tak, že v pláni
za věk o píd' změnil postavení,
byl bych se vydal na to putování
a hledal je v tom hnusném lidském vření,
ač jedenáct mil obvod kruhu čítá
a míň než míle půl tu napříč není.“*

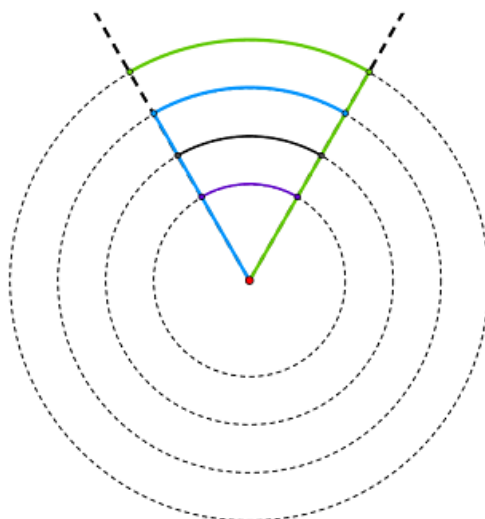
Takto byl získán průměr posledního žlebu ($3\frac{1}{2}$ míle)³⁷. Na základě těchto zjištění, Manetti, resp. Galileo předpokládá, že obvody, resp. průměry žlebů jsou členy aritmetické posloupnosti.

Tabulka 6: Parametry žlebů (bolgias) v Malebolge v mílích

ŽLEB	OBVOD	PRŮMĚR	POLOMĚR
X.	11	$3\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{4}$
IX.	22	7	$3\frac{1}{2}$
VIII.	33	$10\frac{1}{2}$	$5\frac{1}{4}$
VII.	44	14	7
VI.	55	$17\frac{1}{2}$	$8\frac{3}{4}$
V.	66	21	$10\frac{1}{2}$
IV.	77	$24\frac{1}{2}$	$12\frac{1}{4}$
III.	88	28	14
II.	99	$31\frac{1}{2}$	$15\frac{3}{4}$
I.	110	35	$17\frac{1}{2}$

K určení šířek úrovní *Inferna* použili Manetti i Galileo jednu z Thaletových vět (v angličtině známou jako *Intercept theorem* nebo *Basic proportionality theorem*), což je důležitá věta v elementární geometrii o poměru úseček, které vzniknou průnikem dvou protínajících se přímek s dvojicí rovnoběžek. Také s využitím podobnosti (viz obrázek níže) odvodíme, že délka kruhového oblouku je úměrná poloměru daného kruhu. Pokud je středový úhel stejný (kruhy jsou koncentrické), délky kruhových oblouků se mění úměrně s poloměry úrovní *Pekla*.

³⁷ Galileo zapisoval čísla za pomoci zlomků (dnes bychom řekli smíšenými čísly), a proto v této části práce byl jeho zápis respektován. Desetinná tečka se poprvé objevila pravděpodobně v tabulkách s hodnotami sinů úhlů z roku 1593, jejichž autorem byl buď Keplerův přítel a kartograf G. A. Magini nebo Ch. Clavius. [32]



Obr. 38: Délka kruhového oblouku se mění úměrně s poloměrem

Zde je nutné připomenout samotný začátek přednášky a vzpomenout na linie vedoucí od středu Země, pomocí kterých bylo započato vymezení pekelného kužele. Na zemském povrchu vytínají kruhový oblouk (mezi levým okrajem a Jeruzalémem) o délce 1700 mil, tedy výše popsanou dvanáctinu zemského obvodu. Manetti vyznačil od levého kraje oblouku 10 bodů v intervalu 100 mil a z každého spustil kolmici do středu Země. Jak bylo řečeno, *Limbo* (první kruh na první úrovni) začíná osminu poloměru Země pod zemským povrchem a ekvidistantně jsou odděleny další úrovně až do šesté. S přihlédnutím k teorii výše platí, že stejně jako je poloměr pomyslné kružnice první úrovně *Inferna* o osminu menší než poloměr Země, bude šířka první úrovně oproti stomílovému úseku naznačeném na povrchu zúžena taktéž o jednu osminu. Analogicky každá nižší úroveň (stejně tak korespondující se stomílovým úsekem po povrchu) bude o další osminu užší. Šíře druhé úrovně je tedy o dvě osminy kratší než délka 100 mil na povrchu, třetí úrovně o tři osminy a čtvrtá o čtyři osminy.

U páté úrovně je potřeba upozornit, neboť zahrnuje kruhy dva. Navíc první z nich, tedy pátý kruh, lze rozdělit na dvě části: řeku *Styx*³⁸ a hradební příkop. Za ním stojí již v rámci šestého kruhu město *Dis*. Proto Manetti páté úrovni *Pekla* přiřkl tři stomílové úseky na povrchu a k nalezení její šířky zmenšil 300 mil o pět osmin (každá část je stejně široká). Dosud tedy využil 7 z 10 vyznačených úseků po obvodu Země. Zbývající tři úseky korespondují s šestou úrovní tak, že každý úsek odpovídá právě jednomu ze tří pásem sedmého kruhu (řeka *Flegaton*, les sebevrahů a rozlehlá pláň hořícího písku). Vzdálenost šesté úrovně od povrchu je rovna šesti osminám poloměru Země, proto k výpočtu její šíře zmenšíme 300 mil na $\frac{3}{4}$ své hodnoty.

Do této chvíle bylo rozděleno 1000 z celkových 1700 mil tvořících popsaný kruhový oblouk. Posledních 700 mil připadá na sedmou (*Malebolge*) a osmou úroveň *Inferna*. Galileo zde nejprve potřeboval dokázat, že Manetti správně odvodil vzdálenost sedmé úrovně *Pekla* od středu Země. K tomu připomeňme, že největší poloměr z deseti žlebů *Malebolge* čítá $17 \frac{1}{2}$ míle, jak plyne z výpočtů a tabulky výše. Opět s využitím podobnosti pak platí, že kolikrát je větší vzdálenost ze středu Země k jejímu povrchu než k *Malebolge*, tolikrát je větší vzdálenost 700 mil na povrchu

³⁸ Dle řecké mytologie jedna z pěti řek podsvětí. Dalšími jsou *Acherón*, *Flegaton*, *Léthé* a *Kokýtos*, přičemž všechny jsou obsaženy v *Komedii*, ačkoliv přímo v *Infernu* protékají pouze čtyři. Řeka zapomnění *Léthé* proudí až *Očistcem*.

„I *Léthe* spatříš, ne však v tomto lese,
však tam, kam duše, která smířena je,
omýti z vin svých odpykaných jde se.“

Inferno XIV, 136–138

než poloměr $17 \frac{1}{2}$ míle. Tento poloměr je přesně čtyřicetkrát menší, a pokud poloměr Země byl vyčíslen na $3245 \frac{5}{11}$ mil, čtyřicetina jeho hodnoty odpovídá $81 \frac{3}{22}$ míle a představuje vzdálenost *Malebolge* od středu Země. Přehled vzdáleností všech úrovní od středu Země viz tabulka 7.

Tabulka 7: Vzdálenost jednotlivých úrovní *Inferna* od středu Země (uvedeno v mílích)

ÚROVEŇ	OD STŘEDU ZEMĚ
PRVNÍ	2839 $\frac{17}{22}$
DRUHÁ	2434 $\frac{1}{11}$
TŘETÍ	2028 $\frac{9}{22}$
ČTVRTÁ	1622 $\frac{8}{11}$
PÁTÁ	1217 $\frac{1}{22}$
ŠESTÁ	811 $\frac{4}{11}$
SEDMÁ	81 $\frac{3}{22}$
OSMÁ	0

V této fázi je nutné doplnit, jak se vyvíjí topografie *Inferna* od posledního žlebu *Malebolge*. Za desátým žlebem, ale stále na sedmé úrovni, se nachází pustá zem, v jejímž centru leží studna, uvnitř které jsou v ledu pohřbeni antičtí a bibličtí obři. Giganty lze ovšem spatřit již z *Malebolge*, neboť svou výškou vyčnívají z devátého kruhu (na dně studny) do osmého. Na dně studny se tedy nachází nejnižší, osmá úroveň čili devátý kruh *Inferna*.

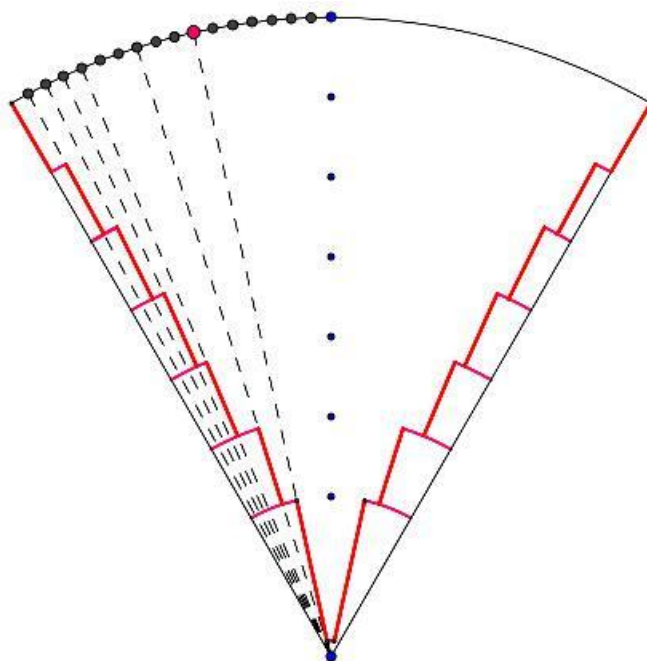
Z verše citovaného výše (*Inferno XXX, 86*) lze vyvodit, že šířka desátého žlebu je půl míle. Galileo tvrdí, že podle Danta činí šířka od žlebu ke studni $\frac{1}{4}$ míle a dále z veršů stanovil poloměr studny na 1 míli. Bohužel tato tvrzení nepodložil konkrétními verši.

Konečně může být přikročeno k finální distribuci 700 mil na povrchu mezi jednotlivé části sedmé a osmé úrovně, abychom mohli zhodnotit Manettiho postup. Jelikož bylo demonstrováno, že vzdálenost od středu Země k jejímu povrchu je čtyřicetkrát větší než vzdálenost k *Malebolge*, a dále, že tyto vzdálenosti, které lze vnímat jako poloměry, se mění úměrně s šířkami kruhových oblouků, pak Galileo potvrzuje (směrem od středu Země) následující:

- 1 míle (poloměr studny) koresponduje se 40 mílemi na povrchu³⁹
- $\frac{1}{4}$ míle pusté země odpovídá desetimílovému úseku na povrchu
- $\frac{1}{2}$ míle desátého žlebu znamená 20 mil po povrchu.

Zbýlých 630 mil oba vědci rovnoměrně dělí mezi devět zbývajících žlebů, takže každý z nich bude široký $1 \frac{3}{4}$ míle. Tímto Galileo dokázal, že Manettiho výpočty byly korektní a mohou se opřít o verše básně. Základní Manettiho úvahu demonstruje následující obrázek, ve kterém červený bod odděluje 1000. míli ve směru od levého okraje oblouku a modrý bod na povrchu značí město Jeruzalém.

³⁹ Druhá polovina studny se již nachází v druhé (pravé) polovině pekelného kužele, proto vstupuje do výpočtu pouze její poloměr. Celá studna by na povrchu odpovídala vzdálenosti 80 mil.



Obr. 39: Plánek odvození šířek jednotlivých úrovní Inferna dle Manettiho

Tabulka 8: Základní struktura Inferna (uvedené hodnoty jsou v mílech)

ÚROVEŇ	ŠÍŘE	NA POVRCHU
PRVNÍ (LIMBO)	87 ½	100
DRUHÁ	75	100
TŘETÍ	62 ½	100
ČTVRTÁ	50	100
PÁTÁ	112 ½	300
ŠESTÁ	75	300
SEDMÁ (MALEBOLGE) ⁴⁰	16 ½	660
SEDMÁ (½ STUDNY)	1	40

Přidat poslední čísla k objasnění struktury *Pekla* zbývá na dně studny v kruhu devátém. Z veršů víme, že je celý tvořen ledovou řekou *Kokýtos*, do níž se vlévají ostatní pekelné řeky a následně zamrzají. Skládá se ze čtyř ledových sfér: *Kaina*, *Anténóra*, *Ptolemeia* a *Judecca*. Jejich velikost byla, co se struktury týče, posledním problémem, který oba vědci řešili. A jak se ukáže dále, řešení bylo velmi zajímavé. Ve 34. zpěvu čteme tato slova:

*"The emperor of the realm of grief protruded
From mid-breast up above the surrounding ice.
A giant's height and mine would have provided
Closer comparison than would the size
Of his arm and a giant. Envision the whole
That is proportionate to parts like these."*

Inferno XXXIV, 28–33

⁴⁰ Galileo na některých místech přednášky uvádí šířku *Malebolge* 17 ½ míle, je ale nutné si uvědomit, v jakém kontextu tento údaj podává, jelikož v takových případech do ní zahrnuje i jednu míli tvořenou polovinou ústí studny. Faktická šířka sedmé úrovně (jinými slovy nejkratší vzdálenost, po které lze dojít ode zdi ke studni) musí být 16 ½ míle.

*„Panovník toho bolestného kraje
od půli prsou z ledu trčel v díře,
a obru podobna spíš výška má je,
než obři rovni jeho paží míře:
Sám tedy uvaž, jaký as je celý,
když jeho část tak nepodobna víře.“*

V otázce, jak vyšetřit velikost ledových regionů, nelze opomenout fakt, že *Lucifer* (v citaci označen jako *panovník bolestného kraje*) vyčnívá od poloviny prsou z nejnižší sféry. Pokračování básně navíc jeho polohu dále upřesňuje: *Luciferův* pupek se nachází přesně ve středu Země:

*".. And then
When we had reached the pivot of the thighs,
Just where the haunch is at its thickest, with strain
And effort my master brought round his head
To where he'd had his legs: and from there on
He grappled the hair as someone climbing would –
So I supposed we were heading back to Hell."*

Inferno XXXIV, 76–81

*„Když octli jsme se tam, kde stehno právě
na tlusté části kyčle přehýbá se,
s námahou vůdce nový směr dal hlavě
a obrátil ji tam, kde zračila se
dvojice tlap, a šplhal výš se dera,
až myslil jsem, že do pekla jdu zase.“*

K určení poloměru nejnižší sféry ledu Galileo potřeboval determinovat velikost *Lucifera*, resp. jeho části. Z veršů vyplývá, že Dantova výška je spíše srovnatelná obru, než je výška obra srovnatelná s paží *Lucifera*. Tím se dle Galilea problém mění na určení výšky Básníka a obra. Od současníků Danta se dochovala informace o jeho průměrném vzrůstu, čemuž odpovídá výška přibližně 3 *braccia*. V této fázi byl problém zredukován na určení výšky obra, resp. zjištění poměru výšky obra a průměrné postavy muže, ze kterého lze vyvodit poměr výšky obra a *Luciferovy* paže. Proporce paže vůči celému tělu jsou známy.

Ve 31. zpěvu básně Dante píše o prvním z obrů (gigantů), kterého na své cestě s Vergilem potkali. Je jím biblický stavitel babylónské věže *Nimrod*.

*"To me his face appeared as long and full
As the bronze pinecone of St. Peters's at Rome,
With all his other bones proportional, ..."*

Inferno XXXI, 58–60

*„Tvář jeho zdála se té velikosti
jak šiška od svatého Petra z Říma,
a podle ní byl rozměr druhých kostí.“*

Šiška od svatého Petra v Římě je totiž narážkou na existující objekt, jedná se o fontánu z období starověkého Říma dnes známou pod názvem *Fontana della Pigna*. Jejím hlavním komponentem je bronzová šiška, z jejíhož vrcholu dříve tryskala voda. Galileo samozřejmě objekt znal a byla známá i jeho výška, která činí 5 ½ *braccia*. Ten dále uvádí, že obvyklá výška muže je rovna osminásobku jeho hlavy.⁴¹ Proto určil výšku obra 44 *braccia* a odtud pomocí poměrů výše

⁴¹ Ačkoliv zde Galileo připouští, že podle některých malířů a sochařů, včetně Albrechta Dürera, by měla být výška dokonalého muže stejná jako devět hlav takového muže.

zmíněných a podložených v básni zjistil délku *Luciferovy* paže. „*Dante therefore, that is, an average man, has to a giant the proportion 3 to 44. But because a man to a giant has greater comparison than a giant to an arm of Lucifer, if we compute "as 3 is to 44, so is 44 to another number," which will be 645, we will have that one arm of Lucifer should be more than 645 braccia.*“ Čili jednoduchou trojčlenkou Galileo zaokrouhlil délku *Luciferovy* paže na 645 *braccia*, jak sám dále přiznává, vypustil slovíčko „*more*“ z právě citované pasáže jeho přednášky, které zde figurovalo na základě veršů výše, ve kterých Dante přirovnává poměr své postavy k výšce obra spíše než obra k *Luciferově* paži (mezi poměry tedy dle textu není rovnost exaktní).

$$\frac{3}{44} \approx \frac{44}{x}$$

K celkové *Luciferově* výšce vedla Galilea úvaha, že délka paže je v poměru s tělem 1:3. Takto dostal hodnotu 1935 *braccia*, kterou vzhledem k předchozímu zanedbání neexaktního vztahu poměrů (viz minulý odstavec) zaokrouhlil na 2000 *braccia*. Jestliže *Lucifer* ční z díry od půli prsou a vzdálenost od pupku po prsa je přibližně čtvrtina těla, Galileo s Manettim tvrdí, že poloměr nejnižší ledové sféry (tedy oné díry) je roven 500 *braccia*. Výklad o tvaru, lokaci a rozměrech *Inferna* zakončil tvrzením, že z důvodu absence dalších vodítek v básni není možné dedukovat rozměry zbylých tří ledových sfér. Manetti nicméně soudil, že všechny sféry jsou stejně široké, tudíž jejich poloměr bude 1000 *braccia* pro předposlední, 1500 *braccia* u druhé sféry a 2000 *braccia* u první.

Tabulka 9: Parametry, s nimiž Manetti určil výšku *Lucifera* (uvedené hodnoty jsou v *braccia*)

OBJEKT/POSTAVA	VELIKOST
ŠÍŠKA OD SV. PETRA	5 ½
NIMROD	44
DANTE	3
LUCIFEROVA PAŽE	645 ⅓ (~645)
LUCIFER	1935 (~2000)

Tabulka 10: Rozměry sekcí nejspodnější úrovně *Inferna* (uvedené hodnoty jsou v *braccia*)

ČÁSTI 9. KRUHU	ŠÍŘE	POLOMĚR
JUDECCA ⁴²	500	500
PTOLEMEIA	500	1000
ATENORA	500	1500
KAINA	500	2000

Zbývá zrekapitulovat Dantovu cestu v kontextu výpočtů a zjištění demonstrovaných v průběhu Galileovy přednášky a analyzovaných v textu výše. Báseň se otevírá verši:

*"Midway on our life's journey, I found myself
In dark woods, the right road lost. To tell
About those woods is hard – so tangled and rough..."*

Inferno I, 1–3

⁴² Judecca, 4. část 9. kruhu, leží nejbliže středu Země. Údaj o šíři zde může být zavádějící, neboť tvary všech ostatních kruhů a jejich sekcí lze přirovnat k prstencům s různou šířkou, která je jednoznačná. Judecca se však jeví jako skutečný kruh, v jehož středu vyčnívá Lucifer. Pokud by byl ovšem Lucifer vyňat, lze útvar považovat opět za prstenek a šířku (neboli nejkratší vzdálenost od vnějšího okraje k vnitřnímu otvoru) určit.

„Kde v půli život náš je se svou poutí,
procházet bylo mi tak temným lesem,
že pravý směr jsem nemoh' uhodnouti.“

Manetti tvrdí, že zmíněný temný les⁴³, kterým Básník bloudil a ve kterém je skryt vchod do *Pekla*, se nachází mezi městy Cuma a Neapol. Galileo toto tvrzení hájí těmito argumenty:

- první kruh *Inferna* dle výpočtů vede přesně kolem Neapole
- Dante se v básni inspiroval Vergilem, který ve svém díle pekelnou bránu umístil do této lokality
- v regionu se nachází řada míst, které měly údajně krajinu *Inferna* připomínat.

Kromě prostorové identifikace začátku pouti Básníka lze z textu odvodit i dataci, časové zařazení děje. Jak ve svém komentáři poznamenává O. F. Babler, veršem „Kde v půli život náš je se svou poutí“ (*Inferno I, 1*), se Dante odkazuje na Bibli, resp. na své dílo *Hostina (IV, XXIII, 9)*, podle kterých trvá lidský život v průměru 70 let. Jestliže se Dante narodil r. 1265, děj počíná v jeho pětatřiceti letech roku 1300. Pozdějším veršem téhož zpěvu (*Inferno I, 46*) datum ještě upřesňuje na velikonoční týden 8.–15. dubna 1300. [39]

Ztracen v temném lese je Dante vysvobozen až na pomoc vyslaným Vergilem, který má plnit roli jeho průvodce. Již společně dorazí k bráně *Inferna*, nad níž je vyryt nápis:

“Through me you enter into the city of woes,
Through me you enter into eternal pain,
Through me you enter the population of loss.”

Inferno III, 1–3

„MNOU PŘICHÁZÍ SE K SÍDLU VYHOŠTĚNCŮ,
MNOU PŘICHÁZÍ SE DO VĚČNÉHO BOLU,
MNOU PŘICHÁZÍ SE V ŘÍŠI ZATRACENCŮ.“

Po projití branou Dante s Vergilem sestupují po svahu do sluje⁴⁴, až dorazí k řece *Acheron*, která obklopuje první kruh, *Limbo*. Kruh se nachází $\frac{1}{8}$ poloměru Země pod povrchem (tj. 405 $\frac{5}{11}$ mil) a je široký 87 $\frac{1}{2}$ míle. Nachází se v něm duše ctnostných, leč nepokřtěných pohanů, kteří žili v dobách před vznikem křesťanství (tudíž být pokřtěni ani nemohli). Básníci po překonání řeky (jsou převezeni *Cháronem*) obkrouží desetinu kruhu a sestoupí níže, do užšího kruhu druhého, kde jsou souzeni chlípníci. Opět obkrouží desetinu kruhu a pokračují ve stejném trendu stále níž. Ve třetím kruhu potkávají nenasytné a žrouty, ve čtvrtém lakomce a marnotratníky. Pátým kruhem protéká bahnitá řeka *Styx* a je obýván dušemi prchlivců a zuřivců. Šestý kruh je zastoupen městem *Dis*, ve kterém pykají kacíři. Při sestupu na šestou úroveň do sedmého kruhu, ve kterém je trestáno násilí, se dvojice protagonistů nachází pod Krétou.

„... tak stezkou, po níž skály rozesety,
nám bylo slézat v onen jícen dravý,
nad jehož vrchem leží hanba Kréty ...“

Inferno XII, 10–12

Kruh se dělí na tři pásma a hned zkraje je obkroužen řekou *Flegaton*. Po zdolání desetiny každého z pásem dorazí dvojice téměř na samotný konec sedmého kruhu, kde vyvěrá pramen řeky *Flegaton*, u kterého Vergil osvětlí původ pekelných řek. Uvnitř jeskyně v hoře *Mount Ida* na Krétě

⁴³ V originále *selva oscura*.

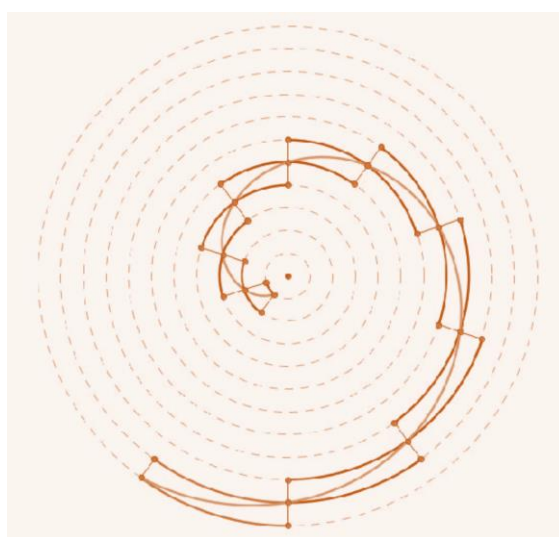
⁴⁴ Oblast mezi branou a řekou je vyčleněna pro lhostejné k dobru i zlu (v anglickém prepisu přednášky je tento prostor nazýván *Grotto of the uncommitted*).

se nachází socha, která roní slzy. Ty kaskádovitě stékají dolů tvoříce prameny postupně všech čtyř pekelných řek (*Acheron, Styx, Flegaton, Kokýtos*). Do sedmé úrovně se dostanou na hřbetě *Geryona*. Zde se nachází osmý kruh složený z deseti žlebů (*bolgias*), přes něž lze přejít po úzkém mostě.⁴⁵ Za desátým žlebem se ve středu kruhu nachází studna, z které vyčnívají obři a na jejímž dně se rozprostírají čtyři sféry ledu posledního, devátého kruhu. V jeho centru vystupuje z ledu *Lucifer*.

Závěrečná tabulka této podkapitoly navazuje na tabulku 5 a poskytuje parametry všech částí spodních úrovní *Inferna*, které byly Manettim vyvozeny a Galileem ověřeny. Vyšší úrovně (první až čtvrtá) nejsou více členěny, proto jejich rozměry adekvátně vystihuje již tabulka 5.

Tabulka 11: Detailní členění a parametry nižších úrovní *Inferna* (uvedené hodnoty jsou v mílech)

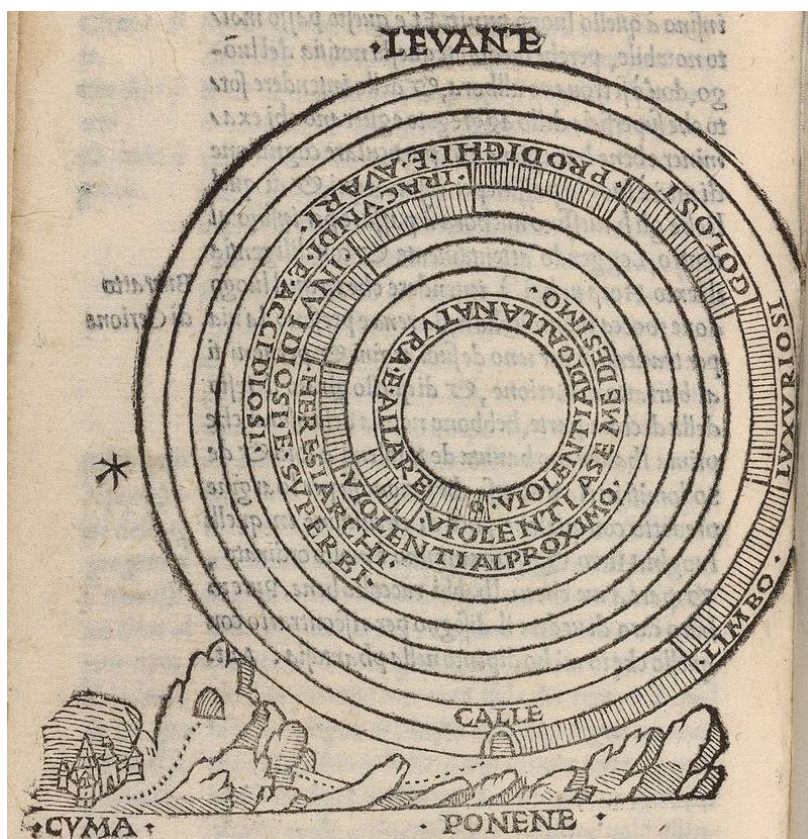
ÚROVEŇ	KRUH	SEKCE	ŠÍŘE	NA POVRCHU
PÁTÁ	5	řeka <i>Styx</i>	37 ½	100
		hradební příkop	37 ½	100
	6	město <i>Dis</i>	37 ½	100
ŠESTÁ	7	I. pásmo	25	100
		II. pásmo	25	100
		III. pásmo	25	100
SEDMÁ	8	I. žleb	1 ¾	70
		II. žleb	1 ¾	70
		III. žleb	1 ¾	70
		IV. žleb	1 ¾	70
		V. žleb	1 ¾	70
		VI. žleb	1 ¾	70
		VII. žleb	1 ¾	70
		VIII. žleb	1 ¾	70
		IX. žleb	1 ¾	70
		X. žleb	½	20
		pustá zem	¼	10
		polovina studny	1	40



Obr. 40: Nákres spirálovitého putování Danta dle originálu Manettiho (obr. 41), upraveno

⁴⁵ Pouze nad šestým žlebem se část mostu zřítla.

Jak ilustruje Manettiho plánek na obr. 40 a 41, v rámci každého kruhu básníci projdou jeho desetinu a poté pokračují do kruhu nižšího, přičemž vždy míří vpravo. Nejen toto Manettiho tvrzení týkající se směřování Dantova putování se později stalo předmětem kritiky Alessandra Vellutella. Tímto byla uzavřena rekonstrukce prvního z modelů *Inferna*.



Obr. 41: Původní Manettiho plán Dantovy cesty Infernem

7.7 Vellutellovo Inferno

Jak již bylo zmíněno, Manettiho výpočty zůstaly po řadu let bez kritiky i většího ohlasu. Opravdovou vlnu zájmu a debat s sebou přinesla až Vellutellova oponentura. Roku 1588 tedy florentská univerzita pozvala Galilea, aby přednesl cyklus přednášek na téma velikosti, tvaru a struktury *Inferna*, a dlouholetý spor vyřešil. Druhá přednáška je věnována právě *Peklu* Alessandra Vellutella.

Galileo v návaznosti na přednášku první, zasvěcenou výhradně vizi Manettiho, nejprve vyjmenoval, na čem se oba matematici shodují:

- poloha *Inferna* podél pomyslné spojnice středu Země a Jeruzalémem⁴⁶
- členění úrovní na kruhy, pásma, žleby, či jiné části
- rozměry *Malebolge* (osmého kruhu).

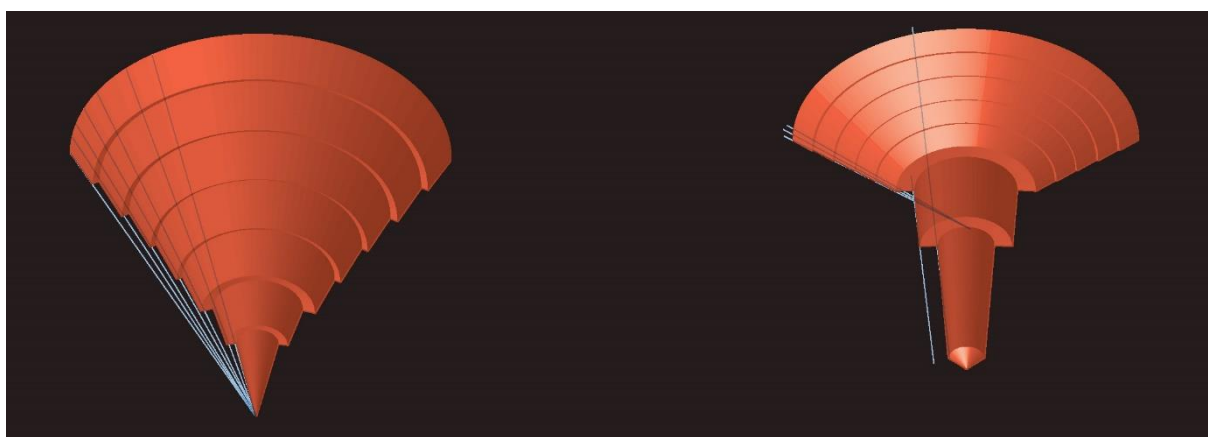
Zmíněné body jsou ve verších podloženy tak pevně, že o nich nelze spekulovat. Na druhou stranu nacházíme řadu věcí, ve kterých se spolu vědci rozcházejí:

- celková velikost *Inferna*

⁴⁶ Doslova Galileo tvrdí: „... if a straight line be drawn up from the center of the universe to Jerusalem, the *Inferno* would be distributed equally in all its parts around the said line.“ Z citace lze vyčíst myšlenku geocentrismu, od které, jak známo, Galileo později upustil, aby se stal neohroženým obhájcem systému heliocentrického.

- rozměry jednotlivých úrovní, jejich částí a rozestupy mezi nimi⁴⁷
- velikost obrů a *Lucifera*
- tvar ledových sfér
- velikost a poloha hradu, který Dante umístil do prvního kruhu
- vývoj trasy, po které básníci postupovali *Peklem*
- počet mostů v *Malebolge*.

První z názorů, kterým se Vellutello vymezil vůči Manettiho verzi, je radikálně odlišná celková velikost pekelného kužele. Jelikož Vellutello stanovil hloubku *Pekla* na desetinu poloměru Země, jeho vize je menší než tisícina modelu Manettiho. Galileo toto tvrzení opírá o Eukleidovy *Základy*; neboť koule o poloměru desetiny poloměru Země by měla tisíckrát menší objem než celá Země (Galileo Zemi samozřejmě aproximuje koulí), kuželovité *Inferno* navíc tvoří pouze necelou čtrnáctinu takové koule, stejně jako Manettiho *Peklo* zabírá přibližně čtrnáctinu celé Země. Proto Vellutello nabízí model více než tisíckrát menší než Manetti.



Obr. 42: Vizualizace Manettiho (vlevo) a Vellutellova modelu *Inferna*, upraveno



Obr. 43: Porovnání velikosti modelů *Inferna* (Manettiho vlevo) vzhledem k polokouli, upraveno

Vellutello *Inferno* vykresluje odspodu. Nejnižší část tvoří válcovitá propast o poloměru jedné míle (v ústí i na dně) a stejně tak hluboká.⁴⁸ Na jejím dně se nachází led ve tvaru na bok položeného obrovského mlýnského kamene, jehož tloušťka je rovna 750 *braccia*. Ledový prostor je rozdělen do 4 koncentrických kruhů, přičemž uprostřed toho nejužšího se nalézá další díra, jejíž hloubka je stejná jako tloušťka ledu, tedy 750 *braccia*. Z této menší jámy ční *Lucifer* a v jejím centru se nachází střed Země. Hlavní propast, zmíněná zprvu, je místem, kde jsou v ledu do půle svých těl uvěznění obři. Okolo jejího ústí směrem k povrchu se rozpíná *Malebolge*, jehož rozměry určil

⁴⁷ Druhý bod logicky souvisí s prvním bodem. Nevztahuje se na *Malebolge*.

⁴⁸ Jedná se o studnu, z níž vyčnívají obři. Vellutello již na tomto místě zaujímá odlišné hodnoty od Manettiho, neboť stanovil jednu míli v průměru studny. V případě Manettiho designu se jednalo o poloměr, viz 7.6.

Vellutello shodně s Manettim, a tak v jeho nejširší části počítá s poloměrem 17 ½ mil. Avšak výšku žlebů (*bolgias*) nastavil Vellutello postupně rostoucí až na 14 mil s odvoláním na tyto verše:

" ... *But it was true*
In each valley that the contour of the land
Made one side higher and the other low,
Because of the way all Malebolgia inclined
Downward toward the mouth of the lowest pit."

Inferno XXIV, 37–40

„Že však Zlý Žleb, ta děsná jáma dračí,
 k bráně nejnižšího dolu sklání,
 údolí každé tak se bokem stáčí,
 že jednou výš a druhou níž je strání,
 tak přece jenom přišli jsme až na lem,
 kde kámen poslední ční na rozhraní.“

Úroveň prvního žlebu tedy převyšuje úroveň žlebu desátého o 14 mil. Od nejvyššího žlebu osmého kruhu (tj. sedmé úrovně) se dle Vellutella dále tyčí svahy propasti do výše desetkrát větší, než zmíněných 14 mil *Malebolge*. Tato část pekelné průrvy je tedy pouhým přechodem⁴⁹ ze šesté úrovně na sedmou a po celém svém 140 mílovém průběhu drží konstantní poloměr rovný poloměru nejvyššího žlebu, tedy 17 ½ míle. Kolem jejího ústí se rozprostírají tři prstence kruhu sedmého (na šesté úrovni), kterým Vellutello přiřkl shodně šíři 5 5/6 míle, takže celé kruhové patro je široké 17 ½ míle. Součtem s poloměrem dlouhé propasti získáme 35 mil, které pak představují poloměr kruhu sedmého. O 70 mil pekelnou roklí⁵⁰ směrem výše (to je mimochodem vzdálenost rovna průměru sedmého kruhu) se nachází pátá úroveň *Inferna*, na které najdeme hned dva kruhy: pátý kruh tvoří řeka *Styx* a hradební příkop; šestý kruh pak pouze město *Dis*. Po půl míli do šířky přidělil Vellutello městu i příkopu, 17 mil vyhradil pro řeku. Poloměr tohoto patra (neboli páté úrovně) je roven 106 mílím.

Doposud byly přechody mezi úrovněmi *Pekla* Vellutelem popsány jako svislé, mající stejný poloměr v svých ústí i na dně. Avšak útes nad řekou *Styx*, nejširší součástí páté úrovně, se již nevypíná směrem vzhůru kolmo. I zde je ovšem sráz stále velmi příkrý, na 14 mil vertikálně se propast rozevře horizontálně na 17 mil⁵¹ (na úrovni řeky je průměr propasti zmíněných 106 mil, v ústí propasti u čtvrté úrovně pak 140 mil). A podobné stoupání Vellutello modeluje i pro všechny další přechody mezi vyššími úrovněmi.

Zmíněné ústí čítající 140 mil v průměru obkružuje čtvrtý kruh, jehož šířka byla stanovena na pouhou polovinu míle. Od jeho krajů se znovu zdvihá svah (se zcela totožným sklonem jako předchozí), který se z 141 mil šíře kruhu čtvrtého rozšíří směrem ke kruhu třetímu až na 175 mil. Třetí kruh je široký rovněž půl míle a jak je již zřejmé, tento trend Vellutello aplikoval i ve vyšších patrech až k prvnímu kruhu. První čtyři kruhy se proto rozpínají půl míle do šíře. A jestliže přechody mezi úrovněmi od páté výše se řídí vzorcem popsaným výše, tedy že každých 14 mil

⁴⁹ Jedná se zároveň o prostor obývaný nestvůrným Geryonem. Dante o něm na začátku XVII. zpěvu vyjadřuje nevybíravým způsobem:

„*Hle netvor s hrotem na ohonu tu je,*
přelétá hory, drtí zbroj a brány!
Hle ten, jenž zápachem svět naplňuje!“

Inferno, XVII, 1–3

⁵⁰ Zde znovu Vellutello tvrdí, že i tato přechodová část mezi úrovněmi *Inferna* má konstantní poloměr (v tomto případě 70 mil), až na jistá místa, ve kterých se svahy zřítily, a proto mohli vzniklou strží oba protagonisté sejít dolů.

⁵¹ Což znamená sklon svahu přes 82 %.

ve směru kolmo nahoru se propast rozšíří na 17 mil horizontálně, a mezi každými dvěma úrovněmi je převýšení právě oněch 14 mil. Zbývá doplnit, že kolem prvního kruhu se rýsuje obdobný svah, jež ústí 14 mil nad prvním kruhem a zde přechází v prostor zvaný vestibul *Inferna* (*předpekli*). Po obvodu předsálí *Inferna* proudí řeka *Acheron* a dále od středu směrem k samotné bráně *Pekla* dlí duše lhostejných. Kolmá vzdálenost z jakési nulté úrovně k poslednímu žlebu *Malebolge* počítaná po svislici z Jeruzaléma ke středu Země činí 280 mil. Tímto Galileo uzavřel problematiku designu Vellutellova *Inferna*, jenž se nejvíce odlišuje od Manettiho velikostí a také tvarem, který spíše než kuželu, podobá se trychtýři či nálevce. Podrobné parametry a vzdálenosti pater od středu Země i s převody obsahuje podkapitola 7.9.

7.8 Galileova kritika

Na závěr druhé přednášky podrobil Galileo kritice zejména model Vellutella a vyzdvihl důvody, proč se staví na stranu Manettiho. Zprvu zdůrazňuje, že nehledě na verše či jiné podklady spojené s Dantem samotným, podstatně věrohodněji působí architektura Manettiho *Inferna*, která je tvořena z podobných částí a celý kužel působí velmi pravidelně (zde se znovu nabízí pro srovnání obrázky z předchozí podkapitoly 7.7). Dále se Galileo pozastavuje nad celkovou velikostí *Pekla*, jelikož podle Vellutella by *Inferno* zabíralo přibližně $\frac{1}{30\,000}$ Země.⁵² K tomu navíc vyhradil prvním čtyřem kruhům pouze půl míle do šířky, což znamená poměrně málo prostoru vyhrazeného potrestaným hříšníkům.⁵³

Nicméně za zásadní důvod, proč se Vellutello mýlil, Galileo považuje myšlenku, že konstrukce navržená oponentem Manettiho by se jednoduše sama neunesla. Z předchozího je zřejmé, že ve spodní části propasti jsou stěny *Pekla* paralelní, s konstantním rozstupem. Proto podle Galilea musí dojít v určitých částech k nevyhnutelnému kolapsu, jelikož tyto patra nemohou mít dostatečnou podporu. Galileo tvrdí, že pokud na svislici od určité části *Pekla* ke středu Země nenalezneme žádnou oporu, nemůže taková konstrukce obstát; pokud např. spojíme město *Dis* s centrem Země, nevidíme na průběhu spojnice žádnou oporu, nic, co by mohlo překážet a tím pomáhat nést váhu tohoto patra, a tím je město odsouzeno ke kolapsu. Stejně by dopadl i celý sedmý kruh, jenž je postaven na kolmých svazích, které ani přibližně nekopírují průběh spojnice tohoto kruhu se středem Země. A jelikož stabilita vyšších pater logicky souvisí s uvedenými příklady, zřítilo by se celé Vellutellovo *Inferno*. Navíc je celá tato záležitost stability modelu rozporovaná Galileem i za přispění těchto veršů:

*"If I had harsh and grating rhymes, to befit
That melancholy hole which is the place
All the other rocks converge and thrust their weight ..."*

Inferno XXXII, 1–3

*„Kdybych měl chraptivé a drsné rýmy
tak vhodné pro důl truchlivý a tmavý,
jenž zatížen je srázy ostatními ...“*

Pokud se tedy dle textu básně nad pekelnou jámou sbíhají svahy a podporují se, je nezbytně nutné, aby stěny vedly po svislicích do středu Země, jak lze názorně spatřit na obrázku

⁵² Poměry modelů byly rozebrány již v předchozí podkapitole, resp. bylo doloženo, že Manettiho *Inferno* zaobírá čtrnáctinu Země a Vellutellův design je tisíckrát menší. Navíc se v nižších patrech výrazně zužuje, odtud plyne úvaha o celkové velikosti.

⁵³ Podezření budí kromě šířky i detailnější struktura hned prvního z kruhů. Půl míle Vellutello rozdělil na poloviny, z nichž vnitřní zaobírá hrad (*Noble castle*) a vnější louka, která hrad obepíná. Galileo se zamýšlí, jak nereálně působí prstencový půdorys hradu, který je jen čtvrt míle široký a dokola obkružuje celých 770 mil. A pokud ho chrání hned sedmero hradebních zdí, mnoho prostoru uvnitř jeho obyvatelům nezbyvá. Proto dává Galileo přednost Manettiho myšlence umístit hrad (nepoměrně menších rozměrů) dovnitř prvního kruhu.

(obr. 42) výše, na kterém jsou kolmice ke středu vyznačeny modře. Z obrázku je zřejmé, že tento problém nenastává v modelu Manettiho, v němž stěny *Pekla* respektují kolmice ke středu.

Ačkoliv první úrovně Vellutellova modelu mohou působit přijatelně, možná dokonce věrohodněji než Manettiho (vždyť Manettiho přechody mezi jednotlivými úrovněmi jsou vždy vůči dvěma sousedícím úrovním kolmé, jak by potom byl možný sestup básníků⁵⁴), přeci jen Galileo přidává další argument proti Vellutellově teorii: pokud bychom připustili, že svahy nejsou kolmé, ale pouze velmi příkré, mohli by se mezi nimi teoreticky pohybovat i hříšníci, což by zásadně narušilo striktní členění *Inferna* do jednotlivých kruhů (resp. jejich částí), pro každý z nich je přesně určen druh hříchu, za který v něm duše trpí. Volný pohyb v rámci *Pekla* byl zkrátka nežádoucí. O samotném přesunu básníků mezi pekelnými úrovněmi Galileo cituje z VI. zpěvu a dále přidává počáteční pasáž VII. zpěvu:

*"And speaking more than I repeat, we two
Continued our way, until the circuit came
To where the path descends – and there we saw
Plutus, the great Enemy, and confronted him."*

Inferno VI, 103–106

*„Tak cestou v kruhu šli jsme dobu drahnou,
víc mluvíce, než opakovat mohu,
až k místu, kde se stupně dolů táhnou.
Tam k Plutonu jsme přišli, k neznabohu.“*

Inferno VI, 112–115

*"Don't let fear harm you; whatever power he has
Cannot prevent us climbing down this rock."*

Inferno VII, 4–6

*„Pape Satan, pape Satan aleppe,"
tak začal Pluto drsným hlasem řváti,
však mistr vědy ctné a velkolepé
mne upokojil: „Nemusíš se báti!
On mocí žádnou nezabrání tobě
po této skále dál se dolů bráti!“*

Inferno VII, 1–6

Z uvedených ukázek (a nejen z nich) Galileo vyvozuje dva zásadní poznatky: za první, že možnost sestoupit z vyšší úrovně do nižší se nabízí vždy na jednom specifickém místě a za druhé, že taková místa bez výjimky střeží démon⁵⁵. V jiných místech tedy sestup, resp. výstup není možný, což potvrzuje Manettiho design kolmých stěn, a naopak vyvrací Vellutellovu myšlenku příkrých (ale nekolmých) svahů. Pokud bychom se měli zabývat otázkou důvodu pohybu v *Pekle*, pak za jediným logickým důvodem by mohla být migrace hříšných duší do vyšších pater *Inferna*, kde jsou vyměřeny mírnější tresty. K sestupu níže nemá důvod nikdo, kromě básníků. Ostatně i tvrzení o rostoucím utrpení v závislosti na pořadí kruhu lze podložit verši:

⁵⁴ Manetti navíc nijak neinformuje, jak takové kolmé svahy básníci překonávali.

⁵⁵ Záměrně je uveden delší úsek v českém překladu počáteční pasáže VII. zpěvu, aby byla zřejmá návaznost na ukázkou předchozí, ve které básníci scházejí dolů. Citované pasáže tedy kromě sestupu samotného dokládají přítomnost démona právě v místě sestupu. Zde v roli hlídače potkávají *Plutona*, pro zajímavost lze uvést, že např. třetí kruh střeží *Kerberos*, mezi sedmým a osmým kruhem dlí *Geryon*, apod. Démon není volen autorem náhodně, ale jistým způsobem ztělesňuje hříchy, za které jsou v daném kruhu duše trestány (*Kerberos* – obžerství).

*"So I descended from first to second circle –
Which girdles a smaller space and greater pain,
Which spurs more lamentation."*

Inferno V, 1–3

*„Z prvního kruhu tak jsem sešel dolů
do druhého, jenž menší prostor svírá,
však obsahuje nářků víc a bolů.“*

Další námitka z úst Galilea napadá opět velikost Vellutellova modelu, ale z jiné perspektivy než výše. Pokud Vellutellovo *Peklo* není hlubší než desetina poloměru Země, nemohlo by dojít na následující Vergilova slova, která pronesl během cesty k prvnímu kruhu:

*"... Now on:
Our long road urges us forward." And he entered
The abyss's first engirdling circle, and down
He had me enter it too.*

Inferno IV, 22–24

*„Pojď, dlouhá cesta čeká, plná strastí.“
A vykročil, vešli jsme v první kruh,
jenž leží jako prsten nad propastí.⁵⁶*

Neboť Vergil zcela jistě míní dlouhou cestu ve srovnání s tou, kterou doposud ušli. Jenže ve Vellutellově modelu by taková vzdálenost mezi povrchem Země a počátkem *Inferna* představovala vzdálenost devětkrát delší než tu, kterou ještě zbývalo básníkům projít.⁵⁷ I proto *Inferno* nemůže být tak malé, jak ho navrhl Vellutello. Galileo si však klade navazující otázku, zda může být *Inferno* tak velké, jak ho sestrojil Manetti. Pochyby provázejí klenutou „střechu“, která je v porovnání s jámou poměrně tenká (osmina poloměru Země, od které musí být odečtena hloubka moře aj.). Galileo zastává názor, že klenbě tvořená obloukem o délce 30 *braccia* postačí tloušťka 4 *braccia* (dokonce pravděpodobně i méně, jak uvádí Galileo). I kdyby se vyhradilo celých 100 mil, do nichž by byla zahrnuta hloubka moře⁵⁸ a výška sluje mezi branou a prvním kruhem, stále by byla zbývající část klenutí dostatečně silná, aby se unesla a nezřítila dolů do *Pekla*, míní Galileo.

Zbývající body, ve kterých se matematici neshodli, není dle Galileo možné jednoznačně dle Dantova textu rozsoudit. Prvním z nich je uspořádání desítky mostů, které Vellutello umístil do *Malebolge*. Na základě veršů nelze toto tvrzení vyvrátit, ale stejně tak nelze potvrdit Manettiho verzi s jedním mostem; nicméně pokud by zde byl opravdu jen jeden most, není to podle Galilea podstatné zdůrazňovat, což by neplatilo v případě deseti různých mostů.⁵⁹ Dalším z diskutabilních bodů je výška *Lucifera*, která byla Vellutellem stanovena na 3000 *braccia*. Vyšel ze stejných rovnic a vztahů jako Manetti, ale upravil určité části: výšku obra rozložil na devět jeho hlav (Manetti pracoval s osmi) a výšku *šišky* (od sv. Petra) uvažoval z doby, kdy ještě nebyla fontána poničena. Což je vskutku oprávněná úvaha, protože pokud sám autor vůbec někdy šišku měřil, muselo to být

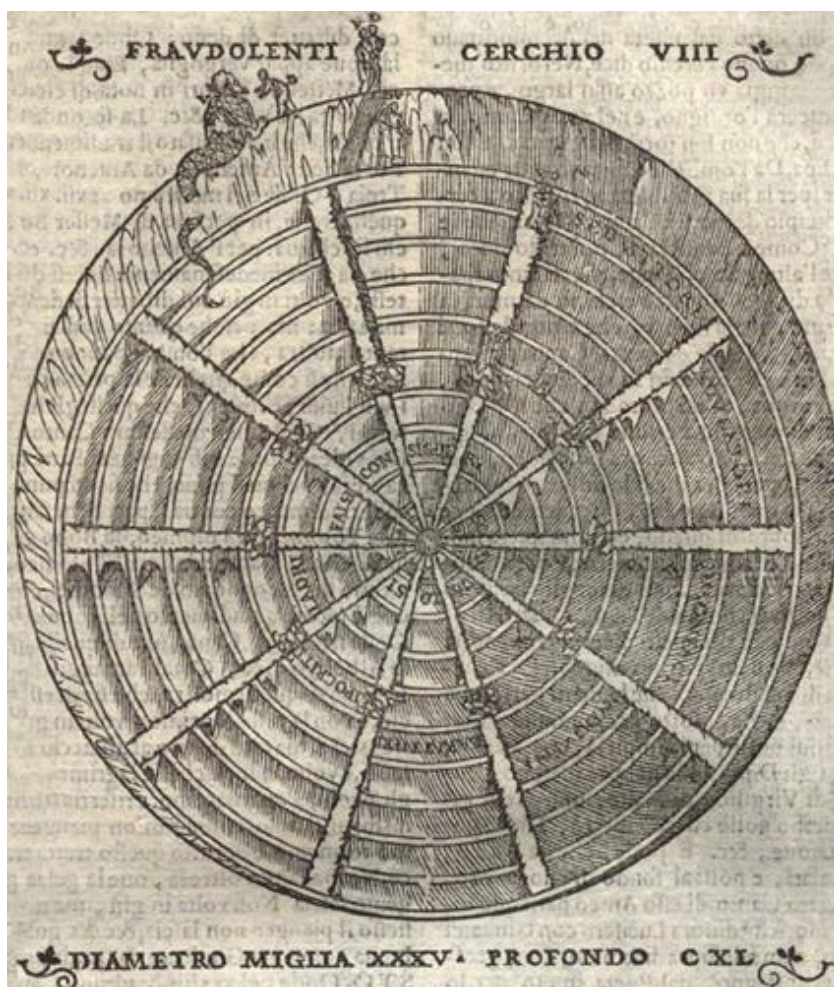
⁵⁶ V tomto případě byl použit překlad V. Mikeše, který lépe korespondoval s anglickým protějškem.

⁵⁷ Měřeno po nejkratší spojnici, tedy kolmici od povrchu ke středu Země, která by samozřejmě neodpovídala trajektorii pohybu básníků, ale zde postačuje i přibližný odhad, se kterým lze rozporovat Vellutellův model.

⁵⁸ Galileo se odvolává na zkušené námořníky své doby, kteří odhadovali hloubku moří na jednu míli, maximálně několik mil.

⁵⁹ Dále by muselo být všech deset mostů nad šestým žlebem poničeno, což Vellutello na svém plánu dodržel (viz autorova ilustrace na obr. 44).

v jejím původním stavu. Žádným argumentem nelze podložit či vyvrátit přirovnání tvaru ledových sfér k obřím mlýnským kamenům.⁶⁰



Obr. 44: Plán Malebolge dle Vellutella zobrazuje deset žlebů osmého kruhu, přes které se klene deset mostů.

Posledním předmětem sporu bylo směřování cesty básníků kruhy *Pekla*. Otázka zní, zda se ubírala směrem doprava, jak hájí Manetti, nebo poutníci volili vždy levou stranu, což je Vellutellova verze. V tomto případě lze z textu vyčíst jisté indicie:

... And he: "As you know well,
The place is round; although you have come far
Always to the left descending down to the pit ..."

Inferno XIV, 124–126

A on: „Víš, že tě tudy kruhem vedu.
Ač už jsi pronik' hluboko tím kolem,
když vlevo šel jsi se mnou, jenž jdu vpředu, ...“

⁶⁰ Pokud by skutečně měly sféry tvar podobný mlýnskému kameni, bylo by zarážející, že v celé básni tak detailní popis o tomto mlčí. Ve verších čteme např.:

"... your feet this minute press
Upon a little sphere whose rounded skin
Forms the Judecca's other outward face"

Inferno XXXIV, 116–117

*"He turned to the right, and we continued to walk
Between the anguish and the high parapets."*

Inferno IX, 132–133

*„Pak vpravo obrátil se zadumaný,
a šli jsme mezi mukami a věží.“*

*"He turned to the left; and leaving the city wall
Behind our backs we continued on our way
Toward the center ..."*

Inferno X, 133–134

*„Pak zase vlevo obrátil směr kroků.
Z hradeb jsme vyšli, a tu ved' nás náhlý
svah stezkou k údolí, ...“*

Zde se přísluší podotknout, že jednoznačně určit kurz, kterým se měla dvojice hrdinů ubírat, z uvedených pasáží není možné. Naopak se zdá, že mohlo na různých místech dojít k jinému směru. Galileo tuto debatu uzavírá tím, že otázka směru není tak významná v porovnání s hlavním cílem obou matematiků, totiž na základě básně rekonstruovat *Inferno*, jeho detailní strukturu a důmyslnou geometrii.

7.9 Kritika Galilea

Galileo Galilei ve své době poskytl bezesporu erudovaný pohled na dva klíčové modely *Inferna*, které v 16. století hýbaly italskými vědeckými kruhy. Oba designy důkladně prozkoumal, podrobil je nezaujaté kritice, a ve svých přednáškách názorně vysvětlil a podložil odkazy na verše z Komédie. Prokázal své nadání uchopit vědecký problém a vysvětlit ho způsobem, jakým by se mohl leckterý současný vědec inspirovat. Ale bylo by zbabělé tvrdit, že Galileo se v ničem nemýlil a jeho závěry byly zcela bezchybné.

Co tedy lze Galileovi v přednáškách vytknout? Pro začátek se nabízí přinést vysvětlení nejzávažnější trhliny v jeho úvahách. Té se dopustil při obhajobě konstrukce klenutého zastřešení *Inferna*. Jak uvádí [40], Galileo si v této problematice v přednášce vypomohl zmenšeným modelem v měřítku přibližně 1 *braccio* ku 100 mílím, aby bylo možné kopuli *Pekla* porovnat s podobným stavebním prvkem zastřešujícím některou z pozemských staveb. Tímto referenčním objektem měl být florentský dóm, katedrála Santa Maria del Fiore architekta Filippa Brunelleschiho. Její parametry byly Galileovi známy, včetně detailů monumentální konstrukce samotné renesanční kopule, jejíž stěny jsou silné necelé 4 *braccia* a nesou svou váhu bez problémů již od svého dokončení roku 1436. Galileo tyto proporce aplikoval na zmenšený model *Inferna*, resp. na jeho střešní část, a poté parametry pomocného modelu převedl (faktorem 100 000) do původně určených rozměrů dle Manettiho. Ačkoliv se může zprvu zdát tento postup exaktní, předpokládá zcela mylnou škálovou invarianci (neměnnost) objektů (*scaling invariance*, [40]). Tímto způsobem zvětšená verze konstrukce by byla stejným poměrem slabší a okamžitě by pod svou vahou zkolabovala [40].

Lze se důvodně domnívat, že Galileo si svůj omyl uvědomil pravděpodobně nedlouho po vystoupení na akademii ve Florencii, jelikož své přednášky žádným způsobem nepublikoval ani již znovu neprezentoval. Po dlouhou dobu upadly v zapomnění, dokud roku 1855 nebyl nalezen jejich manuskript v Biblioteca Nazionale Centrale di Firenze. Dále lze soudit, že Galileo si svou chybu nejen uvědomil, ale zároveň ho motivovala k bádání, které ho později dovedlo k objevu zákonů škálování (*scaling laws*). Tyto poznatky jsou obsaženy v jeho posledním díle vydaném pod

názvem *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze*⁶¹ roku 1638. Kniha je koncipována jako dialog, který probíhá po 4 dny. Zkušenost se svým omylem Galileo pravděpodobně reflektoval do pasáže, ve které debatující⁶² *Salviati* reaguje na zjištění, že přírodu nelze invariantně škálovat: „*My brain ... reels. My mind, like a cloud momentarily illuminated by a lightning-flash, is for an instant filled with an unusual light, which now beckons to me and which now suddenly mingles and obscures strange, crude ideas ...*“

Navíc je zajímavé, jak dlouho Galileo s vydáním svého posledního díla otálel: vydání se dočkala až 40 let po prezentaci inkriminované úvahy obsažené v přednášce. Důvodem mohla být obava ze ztráty vědecké reputace, jelikož by objevenými poznatky vyvrátil vlastní tvrzení, která na akademii ve Florencii nekompromisně zastával.

Tímto se dostávám k dalšímu aspektu Galileových přednášek, který vnáší jisté pochyby. I pro nezaujatého čtenáře, který nemá povědomí o skryté motivaci, angažovanosti přednášky (politické, rivalské), je z textu patrný podtón, kterým Galileo tendenčně prosazuje Manettiho verzi. Některé sporné momenty popsané v kapitole 7.8, např. otázka levotočivého, resp. pravotočivého trendu spirálovité trajektorie putování *Infernem*, vyznívá právě i vzhledem k uvedeným argumentům v podobě veršů Komédie ve prospěch Vellutella. Přesto Galileo straní florentskému matematikovi (právě pro jeho původ?), přičemž se nelze ubránit vnímání celkové kritiky jako duelu, jehož vítěz je nejen očekávatelný, ale dokonce v průběhu přednášky průběžně glorifikovaný a předem avizovaný.

Jistý úhel pohledu nabízí rozkrytí okolností vzniku a vedení florentské akademie. Ta byla založena dynastií Medicejských, jež se v aristokratických kruzích pohybovala zatím velmi krátce. Hlavní poslání nové akademie bylo šířit slávu později velmi vlivného rodu do všech intelektuálních sfér a pomoci tak jejímu přijetí ostatní šlechtou, případně napomoci získání kreditu i italské společnosti. Pozvání Galilea tedy bylo nařízeno Medicejskými a lze se důvodně domnívat, že své přednášky Galileo nekoncepoval způsobem, který by byl v rozporu s názory nejmocnější a nejbohatší šlechtické rodiny Florencie.

Další předpokládanou slabinu představují užívané vzdálenosti a rozměry, resp. jejich vztažení ke geografickým objektům na Zemi. Nejde tedy o rozpory v samostatné struktuře *Inferna*, ačkoliv těm bude věnována poznámka dále. Problém nastává již s podhodnocením zemského poloměru, který reálné hodnoty dosahuje přibližně z 85 % (viz podkapitola 7.3). Od této hodnoty jsou odvozeny vzdálenosti jednotlivých pekelných úrovní. Teoreticky by bylo možné učinit rekonstrukci tohoto výpočtu a nahradit použité údaje pro obvod a poloměr Země přesnými čísly, což by ale pozměnilo celou strukturu natolik, že by ji nebylo možné spojovat s Manettim. Jiná možnost, kterou považuji za badatelsky korektní, znamená parametry modelu respektovat a za vztyčný bod považovat vrchol pekelného kužele ve středu Země. Tedy akceptovat a zachovat proporce modelu, např. přijmout interval mezi první a druhou úrovní tak, jak byl vyčíslen, nehledě na fakt, že neodpovídá osmině poloměru Země, jak bylo deklarováno Galileem. Řečeno jinými slovy, tento pohled posouvá model níže pod povrch zemský, než Manetti vypočítal, přitom si však zachovává všechny parametry určené matematikem. Změna nastane pouze v pozici modelu *Inferna* uvnitř tělesa Země, resp. *Inferno* zůstává na své pozici, pouze Země nabývá skutečných rozměrů.

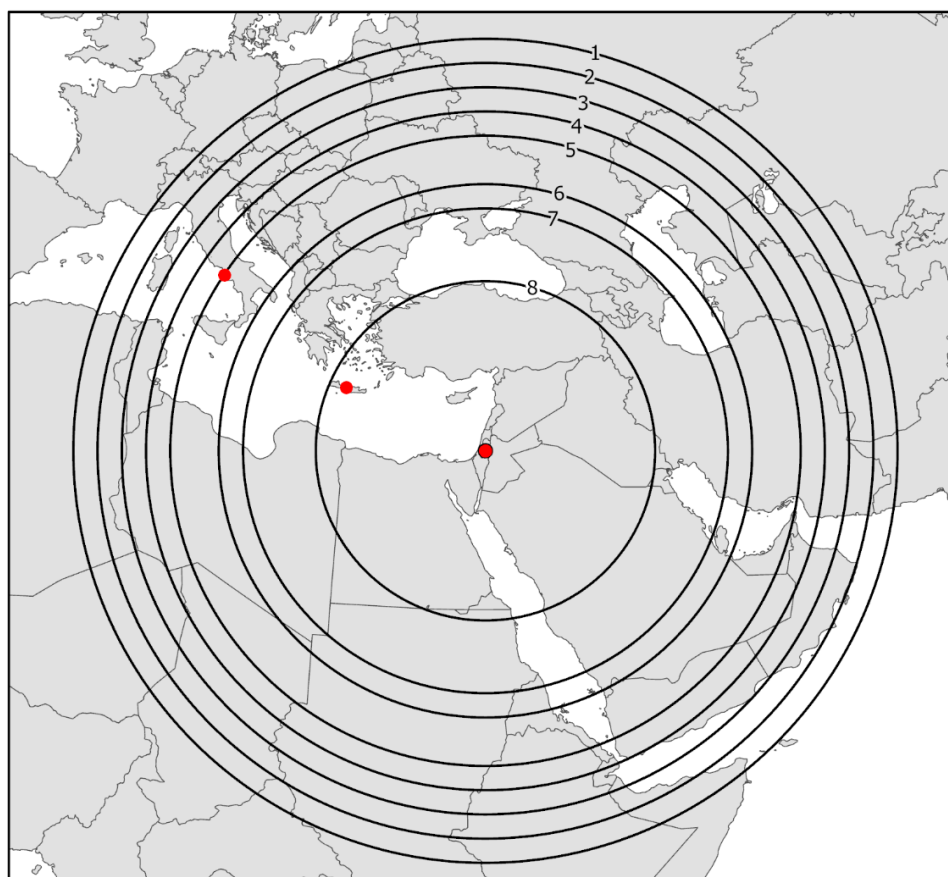
Otázka zní, zda se model v navržené konstelaci rozchází s polohovým popisem v básni. Údaj o pozici města Jeruzalém přímo nad kuželem není možné nijak ověřit ani vyvrátit. Oproti tomu informace, která krétskou horu Mt. Ida situuje na rozhraní šesté (tj. sedmý kruh) a sedmé

⁶¹ Anglický překlad nese titul *Two New Sciences*.

⁶² V knize vystupují tři diskutující postavy: Sagredo, Salviati a Simplicio.

úrovně *Pekla*, lze dle zjištěných rozměrů kruhů, resp. promítnutím jejich hranic až na povrchu Země ověřit. Tak bylo ostatně činěno již Manettim, který 1700 mil (domnělou dvanáctinu obvodu Země) s počátečním bodem v Jeruzalémě a koncovým tradičně v městě Cuma rozdělil na 10 stomílových a 10 sedmdesátimílových intervalů (viz obr. 39 v podkapitole 7.6). Dante v básni sice explicitně město Cuma nezmiňuje, tento dohad se objevil až v komentáři díla; naopak Mt. Ida, nejvyšší hora Kréty, se dle textu vypíná právě nad pomyslnou linií oddělující poslední stomílový a první sedmdesátimílový úsek.

Při známých zeměpisných souřadnicích dvou bodů lze jejich přímou vzdálenost, tedy délku ortodromy, kterou nepochybně Manetti předpokládal, určit ze sférického trojúhelníku dle (sférické) kosinové věty. Takovým výpočtem na referenční kouli lze vzdálenosti snadno ověřit.⁶³ Provádět výpočet na elipsoidu by neodpovídalo přístupu, který Manetti aplikoval, neboť jednoznačně kalkuloval s tělesem Země ve tvaru koule. Ještě názornější demonstraci nesouladu polohy města Cuma a hory Mt. Ida s popisem v básni nabízí mapka na obr. 45. Červené body na mapě symbolizují dvojici zmíněných míst a Jeruzalém, číslované černé linie pekelných kruhů respektují jejich průběh po zemském povrchu (viz tabulka 13), přičemž devátý kruh splývá s Jeruzalémem. Pro tvorbu mapy byla zvolena azimutální ekvidistantní projekce, díky které byly zachovány vzdálenosti od středu. Zeměpisné souřadnice středu byly nastaveny na Jeruzalém.



1:50 000 000

Obr. 45: Mapka obrazu kruhů Inferna na zemském povrchu

⁶³ Popsaný výpočet byl zkušebně proveden, nicméně dle očekávání se hodnoty neshodovaly se vzdáleností bodů na referenční kouli ($R = 6378$ km). Pro příklad uvádím vzdálenost Jeruzalém–Mt. Ida 1042,5 km, která by měla dle tabulky 12 odpovídat hodnotě 1156,32 km. Příčina tohoto nesouladu pramení z použití nepřesných vzdáleností a parametrů Země, viz diskuse o přizpůsobení modelu správnému poloměru Země.

V krátkém komentáři k mapce se přísluší uvést, že nadhodnocená (ze strany Galilea) byla zejména vzdálenost Mt. Ida–Cuma. Italské město, poblíž kterého se má nacházet temný les (*selva oscura*), leží až nad okrajem pátého kruhu, nikoliv prvního, jak bylo avizováno. Samotná hora je odchýlena přibližně 100 km od hranice sedmého a osmého kruhu, ale minimálně se této linii dotýká řecký ostrov Kréta.

Následující tabulky 12–14 sumarizují Manettiho parametry odvozené v části 7.6, které byly převedeny dle vztahu vyvozeným v sekci 7.3 do metrické soustavy.

Tabulka 12: Převod parametrů základního členění Inferna dle Manettiho

ÚROVEŇ	ŠÍŘE		PO POVRCHU	
	MÍLE	KM	MÍLE	KM
PRVNÍ (LIMBO)	87,50	144,54	100	165,19
DRUHÁ	75	123,89	100	165,19
TŘETÍ	62,50	103,24	100	165,19
ČTVRTÁ	50	82,59	100	165,19
PÁTÁ	112,50	185,84	300	495,57
ŠESTÁ	75	123,89	300	495,57
SEDMÁ	17,50	28,91	700	1156,32

Tabulka 13: Převod parametrů podrobné struktury Inferna dle Manettiho

ÚROVEŇ	DĚLENÍ		ŠÍŘE		PO POVRCHU	
	KRUH	ČÁST	MÍLE	KM	MÍLE	KM
PRVNÍ	1	–	87,50	144,54	100	165,19
DRUHÁ	2	–	75	123,89	100	165,19
TŘETÍ	3	–	62,50	103,24	100	165,19
ČTVRTÁ	4	–	50	82,59	100	165,19
PÁTÁ	5	řeka <i>Styx</i>	37,50	61,95	100	165,19
		hradební příkop	37,50	61,95	100	165,19
		město <i>Dis</i>	37,50	61,95	100	165,19
ŠESTÁ	7	I. pásmo	25	41,30	100	165,19
		II. pásmo	25	41,30	100	165,19
		III. pásmo	25	41,30	100	165,19
SEDMÁ	8	I. žleb	1,75	2,89	70	115,63
		II. žleb	1,75	2,89	70	115,63
		III. žleb	1,75	2,89	70	115,63
		IV. žleb	1,75	2,89	70	115,63
		V. žleb	1,75	2,89	70	115,63
		VI. žleb	1,75	2,89	70	115,63
		VII. žleb	1,75	2,89	70	115,63
		VIII. žleb	1,75	2,89	70	115,63
		IX. žleb	1,75	2,89	70	115,63
		X. žleb	0,50	0,83	20	33,04
		pustá zem	0,25	0,41	10	16,52
polovina studny	1	1,65	40	66,08		

Údaje v tabulkách 12, 13 deklarují pevnou geometrickou strukturu, jejíž části, resp. jejich parametry se vzájemně nevylučují ani nijak nerozporují. Spekulativní prvek jsem objevil pouze na dně studny v devátém kruhu. Tato část je dělena na čtyři prstencové sféry; šířka každé z nich činí 500 *braccia*, tj. šestina míle. Jejich poloměry tedy rostou v aritmetické posloupnosti až na 2000 *braccia* neboli $\frac{2}{3}$ míle a sféry tedy souhrnně dosahují maximálního průměru $\frac{4}{3}$ míle. Studna ve svém ústí měří v poloměru 1 míli. K tvrzení, že přechody mezi patry jsou v Manettiho modelu svislé, nebyla v souvislosti se studnou nalezena antiteze, a proto lze ortogonalitu stěn studny (vzhledem k rovinám sousedících úrovní) předpokládat. Pokud ji ovšem připustíme, vznikne v osmé úrovni nespécifikovaný prstencový prostor o šíři 1000 *braccia*. O takovém prostranství však neexistuje jediná zmínka, a proto předpokládám, že stěny studny navzdory trendu kolmé nejsou.⁶⁴ Parametry devátého kruhu ukazují tabulka 14.

Tabulka 14: Parametry 9. kruhu dle Manettiho

ČÁST 9. KRUHU	ŠÍŘE			POLOMĚR		
	BRACCIA	MÍLE	KM	BRACCIA	MÍLE	M
JUDECCA	500	6,67	11,01	500	0,17	275,32
PTOLEMEIA	500	6,67	11,01	1000	0,33	550,63
ATENORA	500	6,67	11,01	1500	0,50	825,95
KAINA	500	6,67	11,01	2000	0,67	1101,26

V pokračování této podkapitoly, jejímž leitmotivem je diskuse nad dvěma modely *Inferna*, byly v kontrastu zařazeny parametry Vellutellovy struktury (odlišnosti modelů vystihuje sekce 7.7, Galileova kritika byla zařazena v oddíle 7.8). Tabulka 15 nejprve sumarizuje vzdálenosti jednotlivých úrovní obou modelů *Pekla* od středu Země. U dvou Vellutellových nejspodnějších úrovní lze oproti ostatním údajům odečíst rozpětí hodnot. Důvodem k jeho zavedení v poslední úrovni je tloušťka ledu, která dle básně pokrývá dno studny. Ve jeho středu se nachází 750 *braccia* hluboká jáma, ze které ční *Lucifer*. Střed Země leží uprostřed dna této jámy, a proto byly zavedeny dvě vzdálenosti od centra Země do kolonky tabulky, resp. jejich rozpětí. Vysvětlení intervalu vztahenému k *Malebolge* poskytují verše (*Inferno XXIV, 37–40*), dle nichž se sedmá úroveň sklání směrem ke svému středu. Vellutello tento rys neopomenul (podrobněji o Vellutellově designu pojednává sekce 7.7, včetně uvedení zmíněné citace). U ostatních úrovní se předpokládá rovinatý povrch po jejich celé šíři. Ačkoliv úvahu o minimálně mírné svažitosti terénu na pekelných úrovních neshledávám zcestnou, nelze ji opřít o tvrzení v textu.

Tabulka 15: Porovnání vzdáleností úrovní obou modelů od středu Země

ÚROVEŇ	VELLUTELLO		MANETTI	
	MÍLE	KM	MÍLE	KM
PRVNÍ (LIMBO)	280	462,53	2839,77	4690,99
DRUHÁ	266	439,40	2434,09	4020,85
TŘETÍ	252	416,28	2028,41	3350,71
ČTVRTÁ	238	393,15	1622,73	2680,57
PÁTÁ	224	370,02	1217,05	2010,43
ŠESTÁ	154	254,39	811,36	1340,28
SEDMÁ (MALEBOLGE)	1,25–14	2,06–23,13	81,14	134,03
OSMÁ	0–0,4	0–0,66	0	0

⁶⁴ Lze spekulovat, zda by ledová pokrývka dna devátého kruhu nemohla souviset s výskytem ledových ker po okrajích, které by prostor zmenšovaly.

Tabulky 16,17 jsou již dedikovány výhradně závěrům Vellutella. Oproti Manettimu přináší navíc údaje pro prostor obklopující první kruh, *předpekli*. Tento vestibul *Pekla* byl v tabulce pojat jako nultá úroveň. Po jejím obvodu protéká řeka *Acheron* a první úroveň se rozprostírá až za jejími vodami. V tabulce naopak není obsažena informace vztahující šíři kruhu k úseku na zemském povrchu, jak je příznačné pro předchozí tabulky dle Manettiho, neboť tímto způsobem Vellutello nepracoval. Pro jistotu znovu zdůrazňuji, že informace o šíři kruhu neznámá jeho poloměr; tato číselná hodnota značí šířku prstencového prostoru či ochozu, jak by bylo možné *kruh* v kontextu Dantova díla definovat. Pro umocnění rozdílů významu informací o šíři a poloměru byly do tabulky 16 zařazeny oba údaje. Jelikož Manetti navrhuje výhradně kolmé svahy mezi úrovněmi, lze poloměry kruhů v jeho modelu získat prostým přičítáním šířek od spodu směrem vzhůru.⁶⁵

Tabulka 16: Základní parametry struktury *Inferna* dle Vellutella

ÚROVEŇ	ŠÍŘE		POLOMĚR	
	MÍLE	KM	MÍLE	KM
NULTÁ (PŘEDPEKLÍ)	17,5	28,91	140,5	232,09
PRVNÍ (LIMBO)	0,5	0,83	123,0	203,18
DRUHÁ	0,5	0,83	105,5	174,27
TŘETÍ	0,5	0,83	88,0	145,37
ČTVRTÁ	0,5	0,83	70,5	116,46
PÁTÁ	18	29,73	53,0	87,55
ŠESTÁ	17,5	28,91	35,0	57,82
SEDMÁ (MALEBOLGE)	17	28,08	17,5	28,91
SEDMÁ (½ STUDNY)	0,5	0,83		

Důležitá poznámka k tabulce 16 se týká parametrů částí *Malebolge*. Galileo explicitně zdůrazňuje, že Vellutello koncipoval osmý kruh identicky s Manettim a jeho poloměr činí 17 ½ míle. Z jeho přednášek nicméně plyne, že Manetti nabízí studnu dvakrát širší nežli Vellutello, což je skutečnost, která se nutně projeví na struktuře *Malebolge*. Galileou ovšem nenabídl komentář k redistribuci přebývajících půl míle mezi jiné části osmého kruhu. Proto předpokládám, že identický design se vztahoval především na žleby (*bolgias*), jejichž parametry zachovávám a přebývajících ½ míle bylo přesunuto do sekce označené „pustá zem“, jež se nachází kolem studny a se kterou pracoval již dříve právě Manetti. Pro srovnání lze porovnat s tabulkou 13.

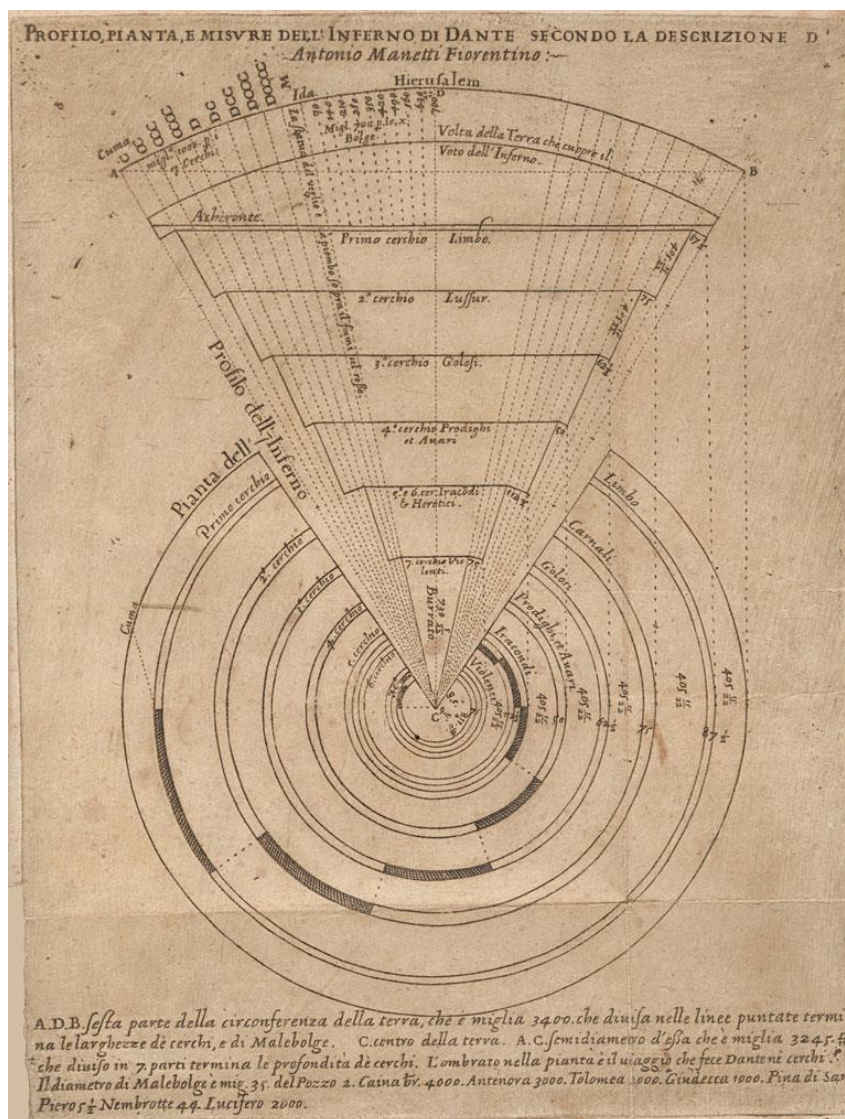
⁶⁵ Vellutellovy svahy (přechody mezi úrovněmi) jsou kolmé pouze ve spodní části *Inferna*, viz oddíl 7.7.

Tabulka 17: Převod parametrů detailní struktury *Inferna* dle Vellutella

ÚROVEŇ	DĚLENÍ		ŠÍŘE	
	KRUH	ČÁST	MÍLE	KM
NULTÁ	PŘEDPEKLÍ	vestibul	8,75	14,45
		řeka <i>Acheron</i>	8,75	14,45
PRVNÍ	1	-	0,5	0,83
DRUHÁ	2	-	0,5	0,83
TŘETÍ	3	-	0,5	0,83
ČTVRTÁ	4	-	0,5	0,83
PÁTÁ	5	řeka <i>Styx</i>	17	28,08
		hradební příkop	0,5	0,83
		město <i>Dis</i>	0,5	0,83
ŠESTÁ	7	I. pásmo	5,83	9,64
		II. pásmo	5,83	9,64
		III. pásmo	5,83	9,64
SEDMÁ	8	I. žleb	1,75	2,89
		II. žleb	1,75	2,89
		III. žleb	1,75	2,89
		IV. žleb	1,75	2,89
		V. žleb	1,75	2,89
		VI. žleb	1,75	2,89
		VII. žleb	1,75	2,89
		VIII. žleb	1,75	2,89
		IX. žleb	1,75	2,89
		X. žleb	0,5	0,83
		pustá zem	0,75	1,24
		polovina studny	0,5	0,83

Závěrem zbývá dodat, že Manettiho verze *Inferna* byla po necelém půl století debat vědeckou obcí posvěcena a adoptována. Více než reprezentativní doklad přijetí Manettiho modelu, resp. Galileovy obhajoby, podává edice Komédie vydaná roku 1595 florentskou *Accademia della Crusca*⁶⁶. K reprezentaci podsvětí používá exaktní, matematický přístup a využitím různých projekcí zobrazuje parametry (délku, šířku a hloubku) *Inferna*. Není vyloučeno, že rytina (viz obr. 46) byla inspirována Galileovými kresbami, které se bohužel nedochovaly. Diagram v sobě nese též znaky ilustrací doprovázející antická díla o matematice, geometrii či astronomii (Euklidovy *Základy*, Ptolemaiův *Almagest* aj.). [37]

⁶⁶ *Accademia della Crusca* byla tvořena skupinou intelektuálů se společnou vizí standardizace italského jazyka (její přínosem je např. vydání prvních moderních slovníků italštiny). Za účelem vydání vlastní edice Komédie shromáždili téměř stovku manuskriptů a předchozích tištěných edic, jejichž lingvistickým rozborem dovedli rekonstruovat originální znění básně. Jejich rigorózní přístup odráží frontispis.



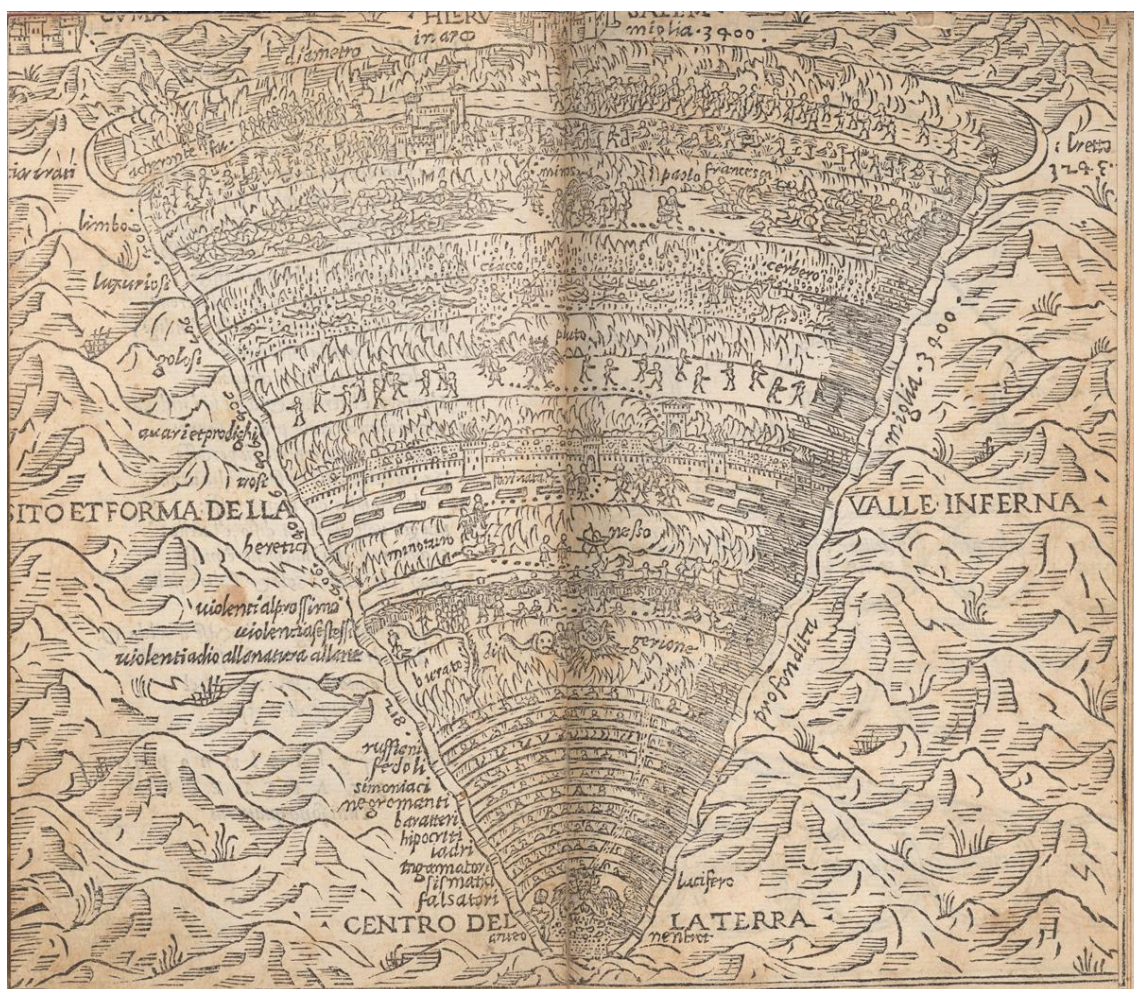
Obr. 46: Frontispis edice Komedie z roku 1595

V průběhu historie byly zejména Manettiho a Galileovy výpočty o lokaci, rozměrech a tvaru *Inferna* mnohokrát detailně analyzovány a podrobeny nové kritice. Tato práce si neklade za cíl monitorovat ani hodnotit pozdější komentáře, které se až do dnešních let ve vědeckých textech objevují. Jejím přínosem je zkoumání prvních pokusů geometricky vyjádřit a polohově determinovat literární koncept *Inferna*, resp. posoudit prvotní vědecké disputace nad jeho dvěma matematickými interpretacemi. Dopadem Dantova díla na kartografii se zabývá další kapitola, za jejíž úvod lze považovat již výše zařazený frontispis, ačkoliv důvod pro jeho zařazení do této sekce plyne z úzké spojitosti s diskutovanými závěry Manettiho a Galilea.

8. Dantův odkaz nejen v kartografii

V reakci na první ilustrovanou edici Komédie (1481, viz sekce 7.4) počali autoři, editoři a vydavatelé hledat nové přístupy ke způsobu, stylu a tiskové technice iluminace *Inferna*. Básníkův bohatý popis krajin, vodstva či měst orientoval čtenáře na topografii *Pekla*, čímž podněcoval zájem *Peklo* zobrazit. Mapy čtenářům napomáhaly komplexně nahlížet na Dantovu báseň; dokázaly reflektovat filozofickou i geografickou strukturu básně, odrážet kartografickou povahu textu.

Tato část si klade za cíl sledovat obraz Dantova literárního eposu v kartografii. Rozkrývá interpretaci Komédie kartografickými vyjadřovacími prostředky a sleduje interdisciplinární dialog mezi literaturou a kartografií v chronologicky řazeném výtahu. Zahrnuty jsou rovněž vizualizace, které stojí na pomezí vědy a umění, přesto stále nesou typické prvky mapy.



Obr. 47: Mapa *Inferna* zařazená do jedné z raných edic Komédie (Aldo Manuzio, Andrea di Asola, 1515)

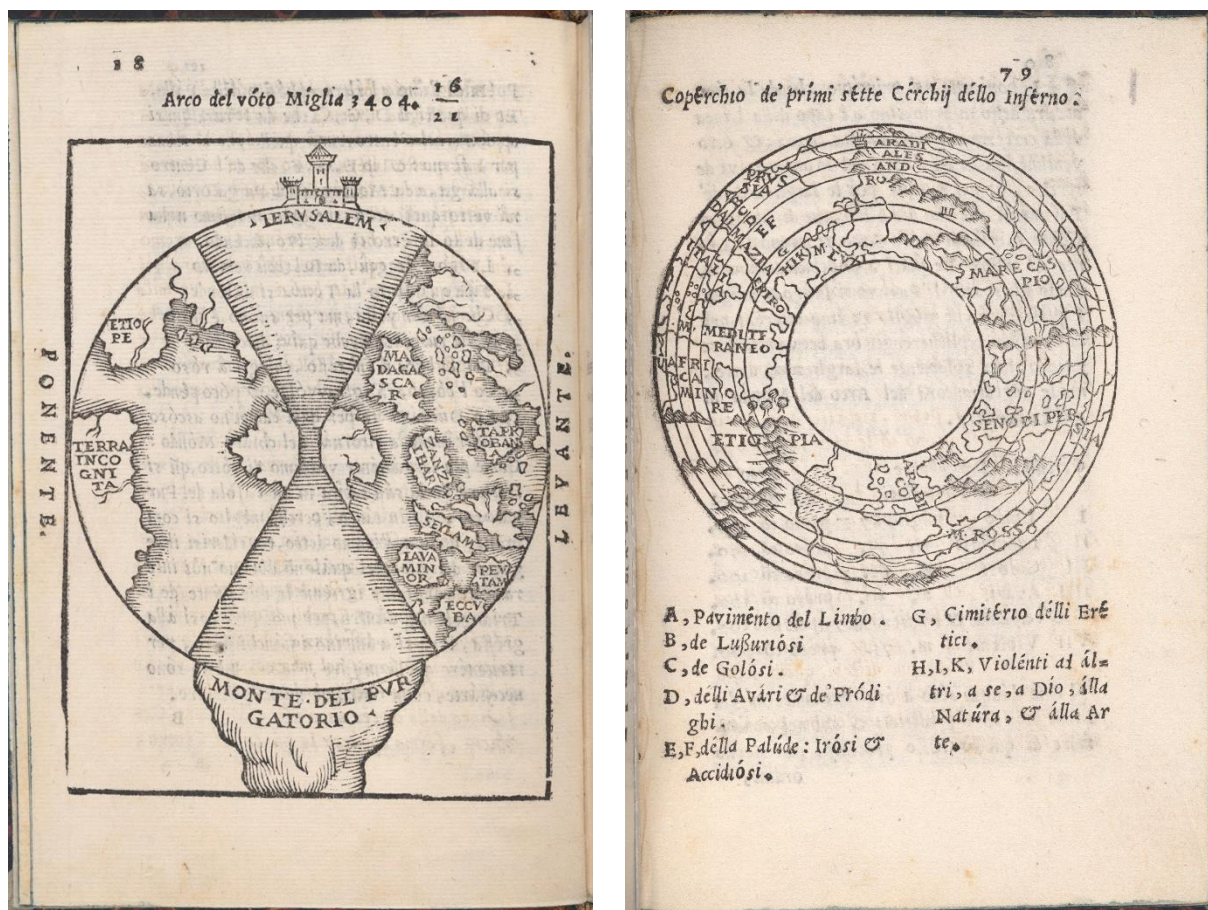
Dante v Komedii nabídl pohled na tři *jiné světy*⁶⁷ katolické víry: *Peklo*, *Očistec* a *Nebe*. Ovlivněn řeckými a islámskými mysliteli, svým pojetím struktury vesmíru vycházel z Aristotelova učení, tedy geocentrismu. Přesná geometrie Dantova kosmu měla být odrazem Boží dokonalosti. Uvedené příklady kartografické interpretace básně dokazují Dantovu vědeckou autoritu.

Mezi hlavní rysy Dantova vlivu na mapová díla se rozumí zejména zaznamenání lokace *Inferna*, jakkoli je vizualizace takového elementu složitá, neboť na vyobrazení tak specifického prvku jednoduše nebyly mapy připraveny. Problém byl nejen v jeho velikosti, která *Peklo* činí

⁶⁷ Výstižnější shledávám anglický výraz *otheworlds*.

jedním z největších objektů mapy, nýbrž především v jeho poloze pod povrchem, což kartografa nutně přivádí k debatě, zda a jak je možné upozadit topografii Země, aby byl dán prostor pro zobrazení podsvětí. Autoři tak stáli před zásadní otázkou: „Jakým způsobem mohou mapy pomoci v interpretaci a pochopení *Inferna*?“ Případně: „Jak lze jazykem mapy vyjádřit *Peklo* pod námi?“

Mapová díla, která vznikala v reakci na Komedii (nikoliv jako její ilustrace, o nichž bylo pojednáno výše), zpravidla pozici *Inferna* nijak nespécifikovala a do mapových kompozic byla zahrnuta pouze poloha stěžejních měst Jeruzalém a Cuma, ačkoliv Jeruzalém měl pro středověké mapy apriori jiné důvody (viz oddíl 7.2). Navzdory tomuto trendu ztvárnil Dantovu vizi uspořádání světa Pierfrancesco Giambullari. Jeho dílo však neplnilo funkci pouze didaktickou; rovněž podléhalo vlivu politiky, jejíž argumenty vizuálně interpretovalo. Autor totiž působil pod patronátem rodu Medicejských, jejichž politický a kulturní význam svým dílem podporoval. Giambullari uvádí mezi své zdroje k určení polohy *Inferna* edici *Geografie* vydané Sebastianem Múnsterem (komentář původního díla Ptolemaiova). Mapa nalevo (obr. 48) zobrazuje Zemi, klade důraz na Jeruzalém a horu Očistce, které leží na svých protipólech. Dále lze identifikovat pevninu: kontinenty a ostrovy (Madagaskar). Na mapě je zakreslen také americký kontinent označen jako *Terra Incognita*. Právě vyobrazení naznačuje rozložení kruhů *Pekla* pod povrchem; kruhy jsou označeny písmeny (podél nápisu *Dalmazia*), která jsou osvětlena v legendě. Giambullari mimochodem navázal na práci Manettiho, resp. ji ještě rozvinul, když vypočítal rozměry a určil polohu hory *Purgatoria* (Očistce), jež se dle Komédie vypíná na protipólu Jeruzaléma [37].



Obr. 48: Ukázky Dantem ovlivněného díla Pierfrancesca Giambullariho (1495–1555)

Zajímavou ukázkou Dantovy kartografické autority, která byla v tomto případě využita politicky, demonstruje tisk (obr. 49), na němž je vyobrazen Amerigo Vespucci, kterak hledí na noční oblohu a gestikuluje směrem k souhvězdí *Jižní kříž*. Právě toto souhvězdí skládající se

ze čtyř jasných hvězd připomínající vrcholy kříže používal k navigaci při své plavbě do Ameriky. Souvislost s Dantem lze vyčíst nejen ze samotného tisku, ale zejména z druhé části Komédie zvané *Purgatorio*. Dante zde zmiňuje jisté čtyři hvězdy, o kterých posléze panovalo přesvědčení, že přesně ty tvoří součásti Jižního kříže. A jelikož Vespucci Komedii důkladně znal, měla mít zásadní vliv na jeho cestu do Ameriky. Tento narativ měl za cíl posílit italské, resp. florentské nároky v probíhajícím dobývání a kolonizaci Ameriky. Dantova (mocensky inscenovaná) role v objevení Ameriky nicméně nebyla přijata geografy mimo Florencii.⁶⁸

*"Then I turned to the right, setting my mind
upon the other pole, and saw four stars
not seen before except by the first people."*

Purgatorio 1, 22–24

*„Vpravo se obrátiv, já hvězdy čtyři
u točny druhé zhléd', k nimž kromě lidí
prvotních nikdo pohled nezamířil."*



Obr. 49: Amerigo Vespucci a souhvězdí Jižní kříž, které bylo alegoricky spatřováno v textu druhé části Komédie (zvané *Purgatorio*)

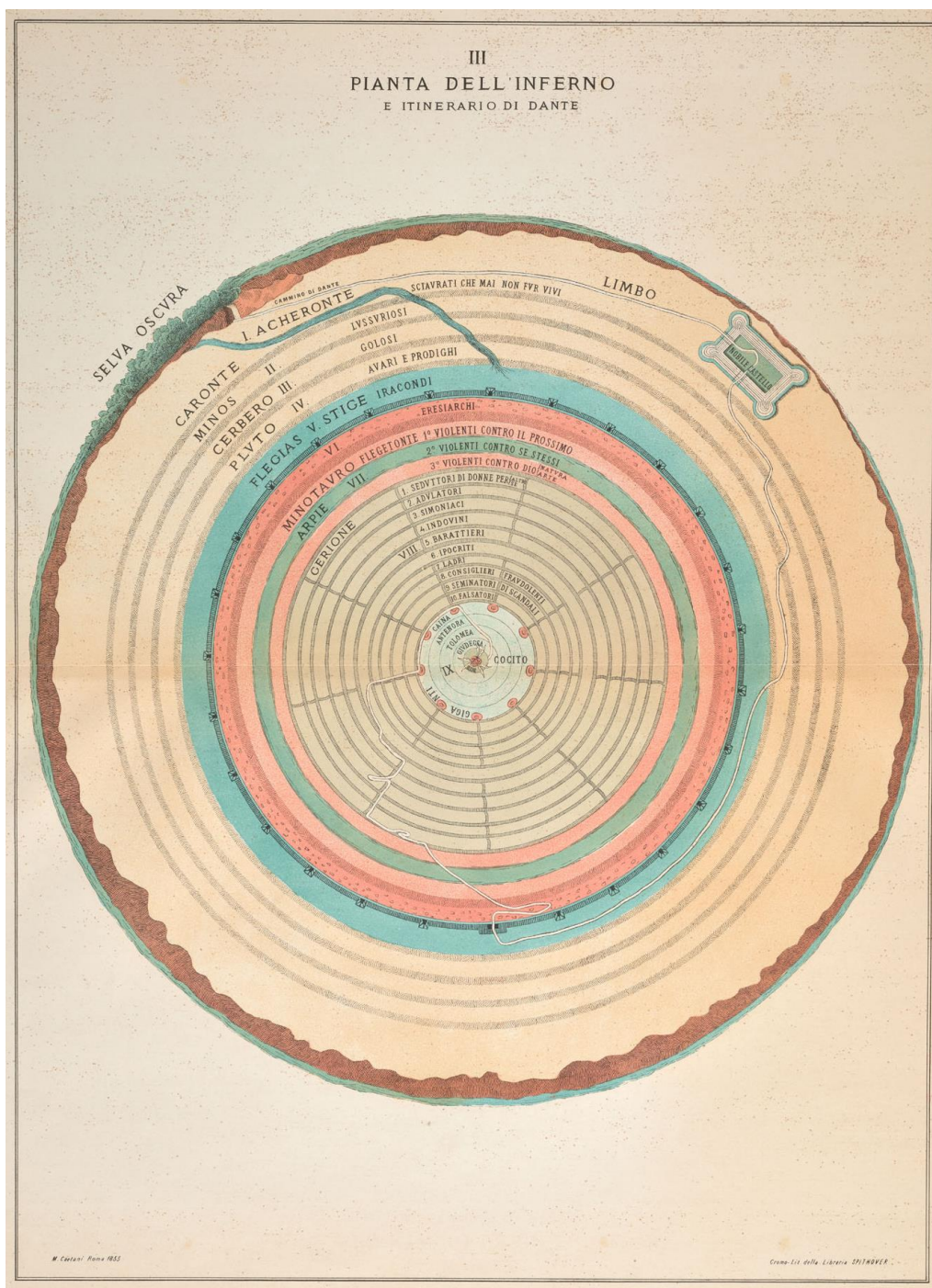
Respekt k Dantovu dílu odráží též renesanční díla o astronomii. Báseň je bohatě prostoupena narážkami na pozici Slunce, Měsíce, hvězd i planet, diskusi o měsíčních skvrnách Dante věnoval dokonce celý zpěv (*Paradiso*, 2). Každá kantika Komédie je dokonce shodně zakončena slovem „hvězdy“. Kromě samotného Galilea byl Komedií v oblasti astronomie inspirován např. *Alessandro Piccolomini* ve svém díle *De le stelle fisse (On the Fixed Stars)* [37].

Období baroka titulovalo Komedii jako vizi, což podtrhovalo převážně teologický přístup ke čtení Dantovy básně v počátku 17. století. Ačkoliv se katolická církev proti některým aspektům básně vymezila (např. proti kritice papežství), v interpretaci básně byl obecně kladen důraz na Dantovu teologii a dílu tak pomohl odolávat jejímu tlaku. Nicméně v následujícím průběhu 17. a 18. století zájem o Danta upadal. Fascinace básní se znovunavrátila v polovině 19. století, jak

⁶⁸ Italský cestovatel Amerigo Vespucci byl nepřekvapivě spjat s rodem Medicejských. Argumentem k nárokování podílu na objevené Americe byl především Vespucciho sporný objev Ameriky, ke kterému mělo dojít ještě před Kolumbem. Zaranžovaný příběh, který pasuje Danta do role proroka, podle jehož textu italský mořeplavec docílí objevu nového kontinentu, měl pravděpodobně za cíl posílit a legitimovat Vespucciho údajné prvenství v objevení Ameriky.

dokládají soudobé ilustrované edice a díla inspirovaná geografii Komédie. Stejně tak byla obnovena badatelská debata o precizní matematice podsvětí.

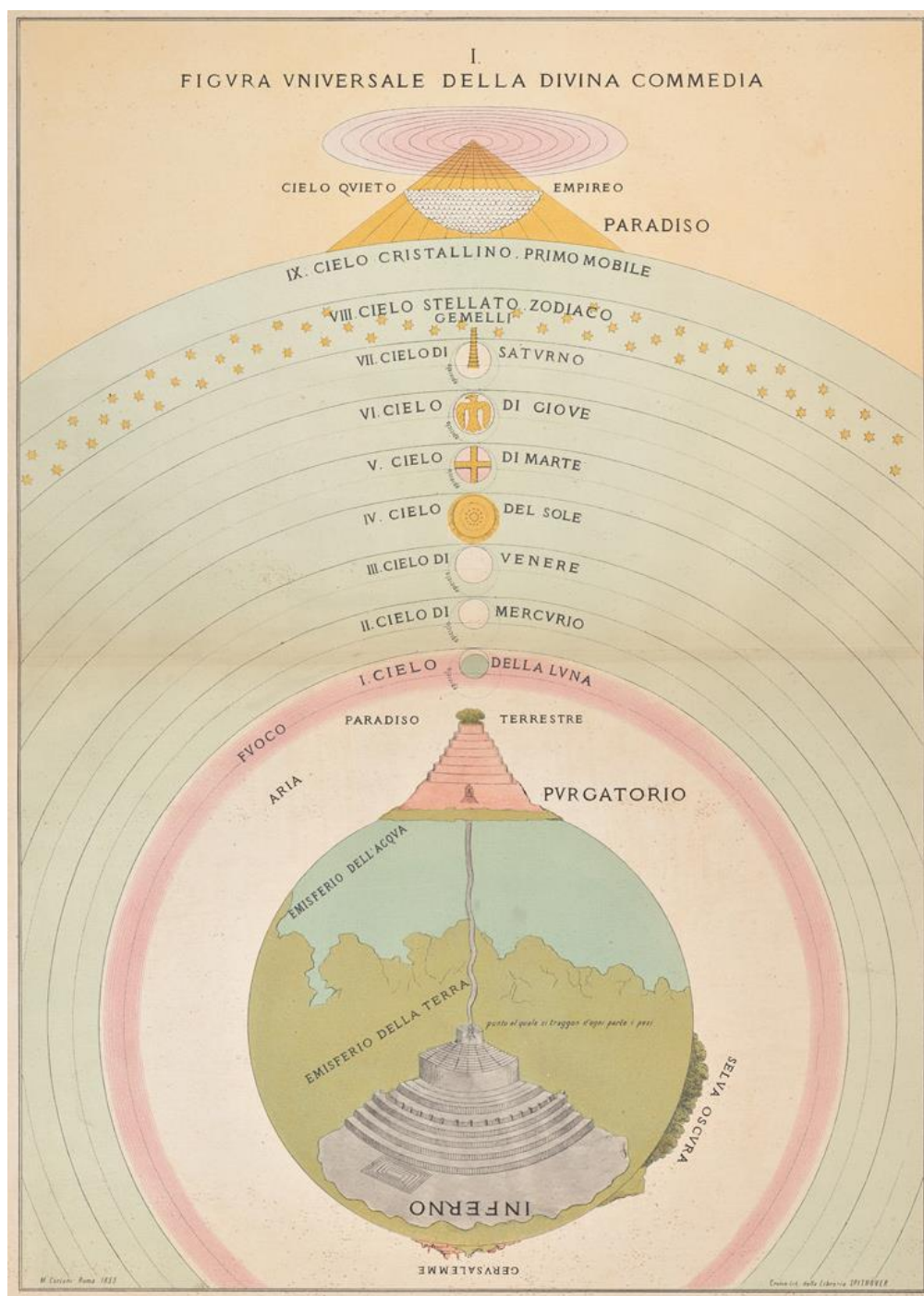
Reprezentativním příkladem může být Michelangelo Caetani (1804–1822), jehož dílo známé pod anglickým názvem *The Divine Comedy Explained in Six Figures* bylo poprvé vydáno roku 1855. V jeho tvorbě se mimo jiné odráží, obdobně jako u jeho předchůdců v 16. století, hledání nových možností a přístupů k technice tisku (v tomto případě se jedná o chromolitografii).



Obr. 50: Jedna z Caetaniho map struktury Inferna

Mapa *Inferna* na obr. 50 nahlíží na jeho strukturu svrchu, Caetani odstranil klenutou střechnu a nabízí pohled na soustředně složitě členité části *Pekla* kolem centra Země. Jazykem kartografie lze figuru přirovnat ke stereografické projekci se středem v Jeruzalémě (jehož poloha

splyvá se středem Země, ale není vyjádřen kartografickými prostředky, neboť zemský povrch musel ustoupit stěžejnímu pohledu na podsvětí). Dle *Malebolge*, osmého kruhu *Inferna*, lze typicky rozpoznat inspiraci Manettiho či Vellutellovou verzí. V tomto případě lze pomocí devítinásobného přemostění kruhu vyvodit spíše Vellutellův odkaz, který počet mostů stanovil na deset.⁶⁹



Obr. 51: Jiná z Caetaniho map zobrazující konstelaci Inferna, Purgatoria i Paradisa ve vesmíru

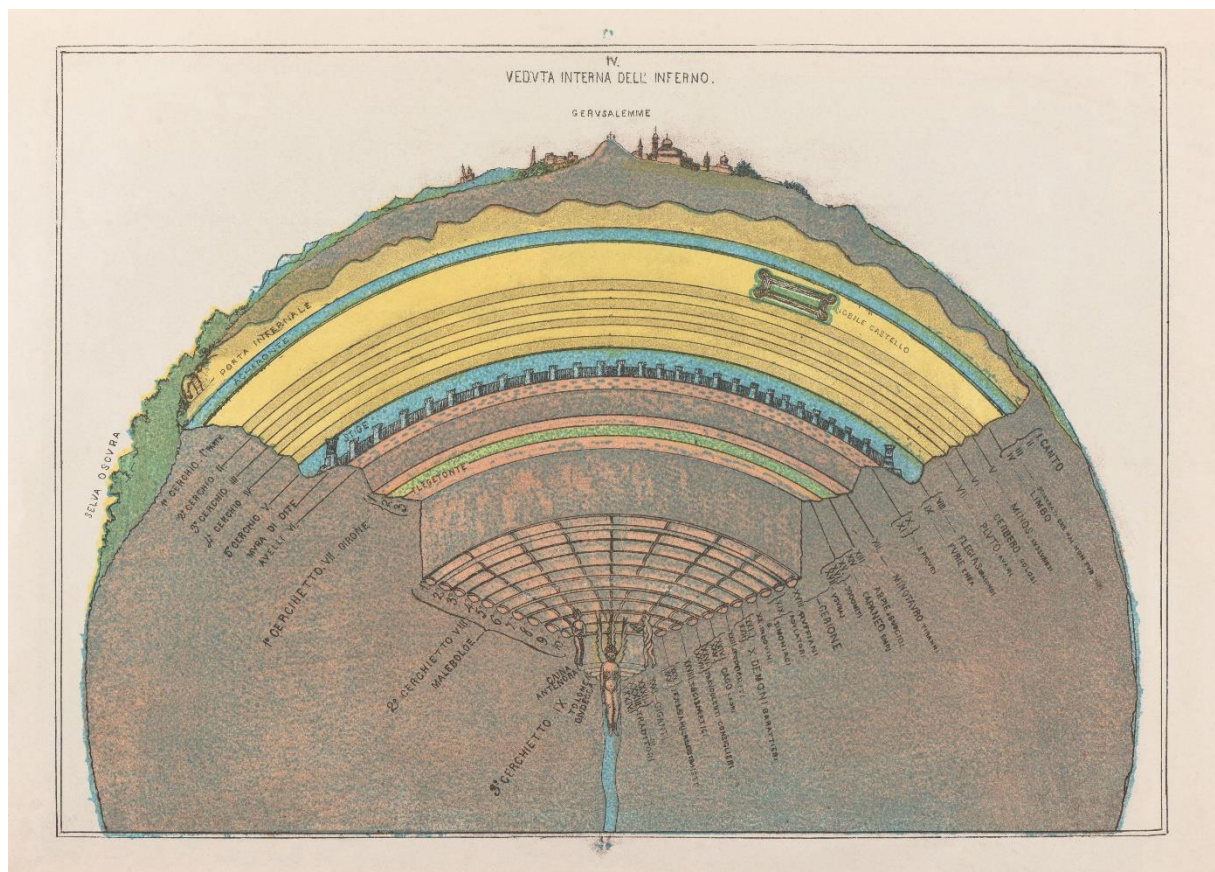
Druhá zařazená Caetaniho ukázka ze stejného díla⁷⁰ dává do konstelace a kontrastu pozemský svět a trojici *jiných světů* (Ráj, Očistec, Peklo) popsanych dle křesťanské tradice

⁶⁹ Oproti myšlence jediného mostu, kterou podporuje Manetti a Galileo.

⁷⁰ Originální název díla zní *La materia della divina commedia di Dante Alighieri dichiarata in VI tavole*.

v Komedii. Analogicky k *Infernu*, přísnou geometrii a strukturu Dante navrhl v podobě pater hoře *Purgatoria*, resp. sfér (sg. *cielo*) v případě *Paradisa*.

Caetani samozřejmě vychází z (ve své době) překonaných geografických představ o Zemi a retrospektivně stylizuje středověké rozložení pevniny a moří na hemisférách (viz anotace *Emisferio della terra* a *Emisferio dell'acqua* přímo v mapě). Na pozemský svět dávají vzpomenout též naddimenzované vizualizace Jeruzaléma a temného lesa (*selva oscura*), ve kterém dle básně začíná Dantova pouť.

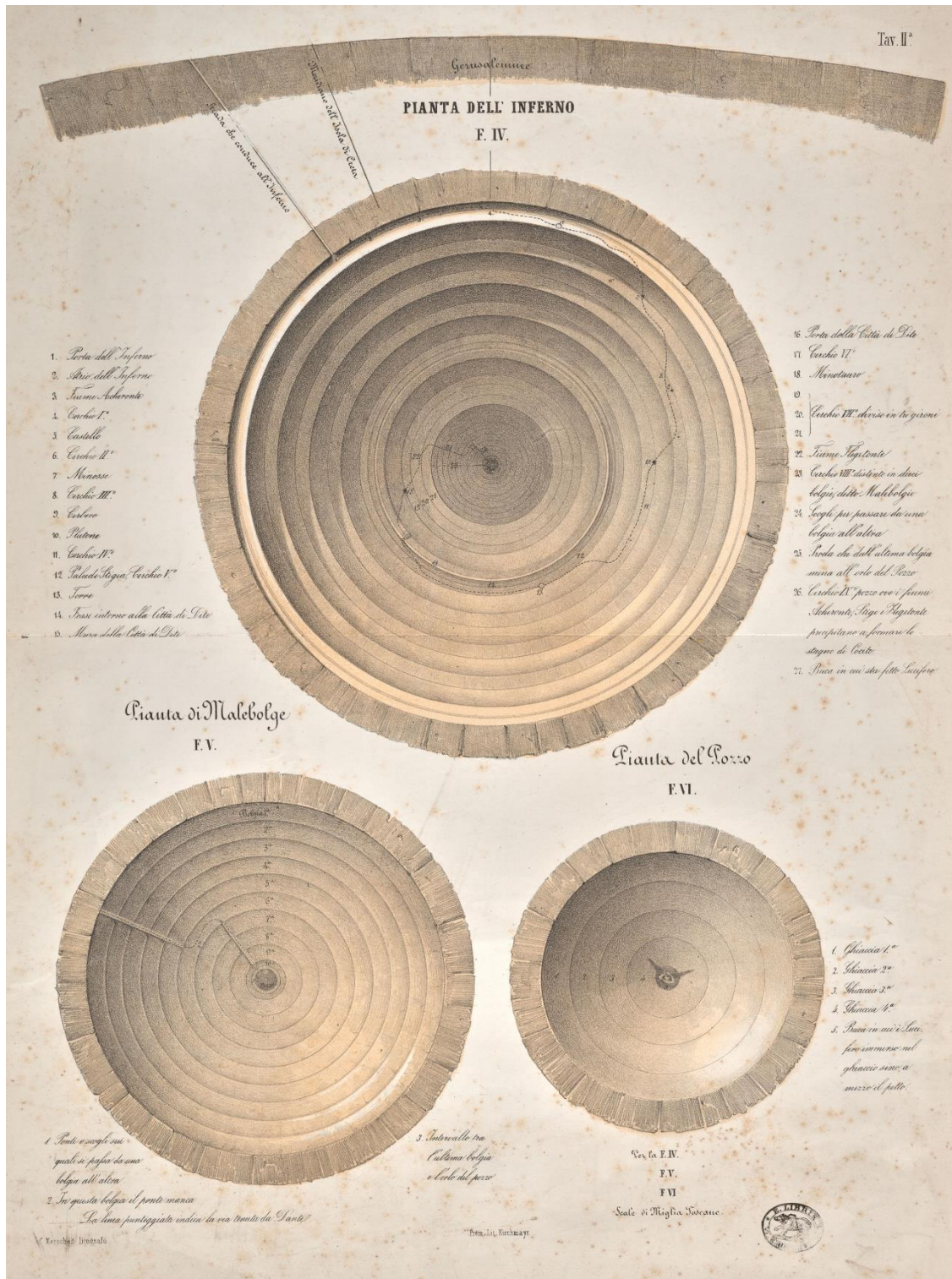


Obr. 52: Caetaniho vyobrazení Inferna

Třetí Caetaniho dílo, které lze označit mapou, nabízí pohled na řez Zemí, který na rozdíl od obr. 52 odkrývá pekelnou strukturu i do hloubky. Poloha *Inferna* je opět determinována od spojnice středu Země s Jeruzalémem, nechybí ani *selva oscura*. Caetaniho tvorba zpracovávající materii Komédie se stala velmi populární a byla hojně reprodukována v podobě odvozených map.

U příležitosti 600. výročí Dantova narození připravil Francesco Gregoretti kolekci plánů, ilustrací *Inferna*, *Purgatoria* a *Paradisa*. Jeho dílo⁷¹ bylo nepochybně ovlivněno Manettim, Galileem či odkazem *Accademia della Crusca* (viz obr. 46). Soubor různých projekcí *jiných světů* lze označit za technické výkresy, přesto je zpracován velmi realisticky a může plnit i funkci mapy.

⁷¹ *Sul sito, forma e grandezza dell'Inferno, e sul sito e forma del purgatorio e del paradiso nella Divina Commedia*, v angličtině zvané *On the Site, Form and Size of the Inferno, and on the Site and Form of Purgatory and Paradise in the Divine Comedy*.

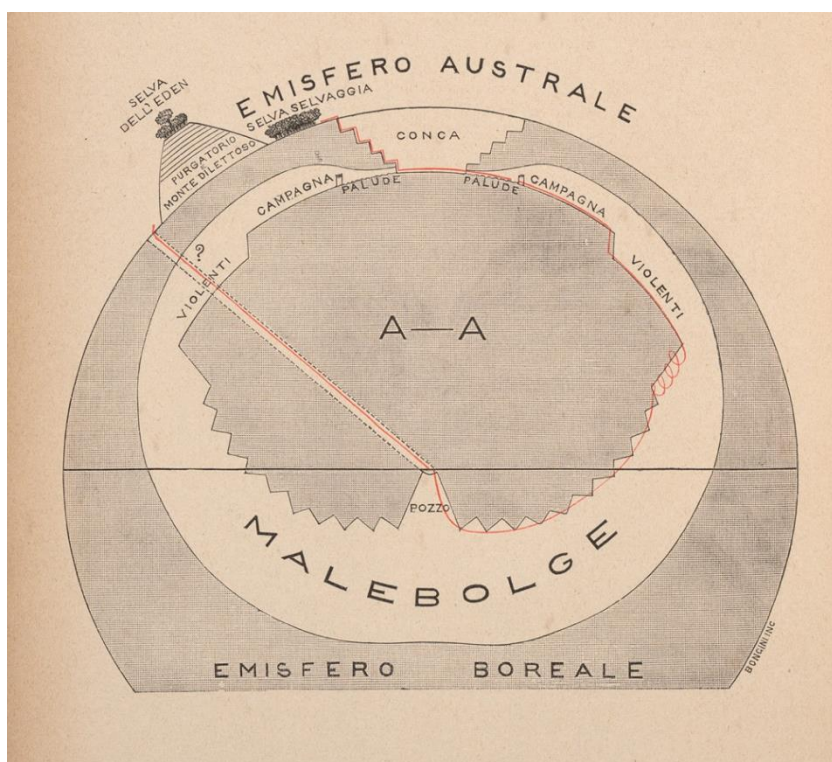


Obr. 53: Gregorettiho vyobrazení struktury Inferna

Svislice vedené k zemskému povrchu na obr. 53 slouží jako ukazatel, reference k známému světu (zprava: Jeruzalém, poledník procházející přes Krétu, startovní pozice básně). Plán podává celkem tři obrazy v různém detailu: horní část okupuje svrchní celkový pohled na pekelnou jámu, jehož měřítko ale nedovoluje rozeznat detaily spodních kruhů, a proto je kompozice doplněna o plány osmého a devátého kruhu, které zobrazuje v podrobnějším měřítku. Zároveň lze dodat, že přes *Malebolge* byl zakreslen most pouze jeden, což indikuje Manettiho stanovisko, na rozdíl od trajektorie Dantovy cesty, která odpovídá pojetí Vellutella (viz závěr oddílu 7.8).

Pro 50. léta 19. století se v Itálii stal charakteristický tzv. „hyper-vědecký“ přístup k mapování Komédie. Jedná se o moderní zobrazení vymykající se pojetí prvních kritiků. Autoři se snažily do mapy, plánů či diagramů zakomponovat aspekty posilující vědeckou věrohodnost. Příkladem mohou být minimalistické, prostorově modelované ilustrace Fortunata Lanciho.⁷²

Zcela originální tvorbu představil ve svém díle *Il paradiso terrestre dantesco con 25 incisioni*⁷³ Eduardo Coli. Jeho obraz Dantova uspořádání světa však koresponduje s popisem v básni přinejmenším pochybně. Kartografické vyjádření je pojato velmi volně, zjednodušeně až zkratkovitě, některé aspekty jsou ignorovány úplně. Rozporovat lze polohu hory *Očistce*, která se v tomto případě nachází na stejné hemisféře jako *selva selvaggia* (temný les, synonymum k *selva oscura*), červenou trajektorii Dantovy cesty, či např. rozlohu *Malebolge*, ve kterém na druhou stranu lze rozeznat všech deset žlebů.

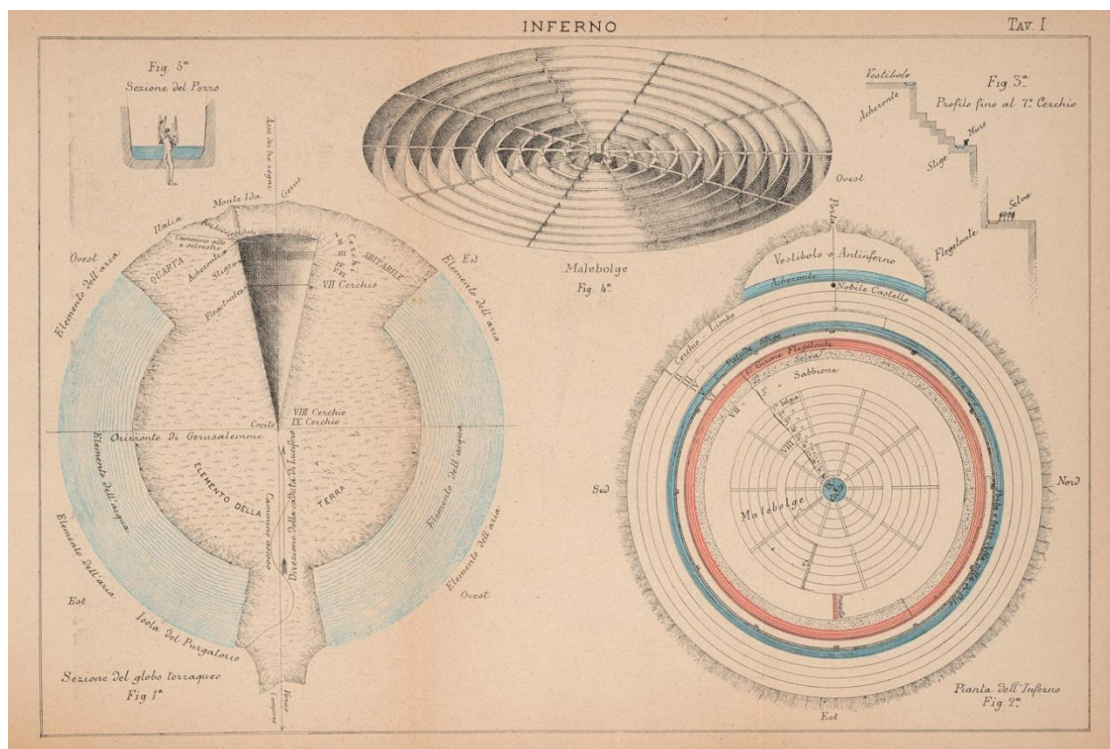


Obr. 54: Coliho pojetí Dantova světa

Řada mapových děl ovlivněná Dantovým dílem z produkce 19. století nicméně primárně sloužila k ilustrativním a pedagogickým účelům. Podobnou roli plní mapy Dantova podsvětí i dnes. S takovým záměrem tvořil např. Vincenzo Russo, který v díle *La divina commedia esposta in tre quadri*, rozkryl *Inferno* ve třech obrazech (obr. 55): první komplexně zobrazuje Zemi, druhý ukazuje podélný řez strukturou *Pekla*, třetí je vyhrazen zobrazení *Malebolge*. Do mimořádně názorné práce bylo zakomponováno *Inferno* ve tvaru Manettiho kužele; *Malebolge* pro změnu odpovídá modelu Vellutella. Nechybí ani napojení na polohu Jeruzaléma, krétské hory Mt. Ida a Itálie, kterou lze považovat za aluzi na *selva oscura*.

⁷² Vydané v díle *De' spiritali tre regni cantati da Dante Alighieri nella divina commedia; analisi per tavole sinottiche*, v anglické verzi *The Three Spiritual Realms Sung by Dante Alighieri in the Divine Comedy: Analysis in Three Synoptic Illustrations*

⁷³ Anglický titul zní *The Earthly Paradise of Dante with 25 Engravings*.



Obr. 55: Příklad edukativního pojetí zobrazení Inferna

9. Tvorba StoryMap

Vzhledem k tématu, které se vymyká obvyklým námětům kartografických děl, bylo navrženo základní schéma StoryMap skládající se ze dvou hlavních map přizpůsobených více měřítkovým úrovním. První fáze tvorby, tzn. příprava těchto map, probíhala v prostředí *ArcGIS Pro*. Veškeré vrstvy a mapy byly následně převedeny do *ArcGIS Online*, kde byly sestaveny zmíněné hlavní mapy. Ty byly nakonec vloženy do prostředí StoryMap.

V úvodu této kapitoly se nabízí dvojici navržených map stručně představit, jelikož na ně bude v dalším textu odkazováno. První z map podává informaci o obrazu průběhu pekelných kruhů na zemském povrchu a byla symbolicky centrována na Jeruzalém; zaměřuje se především na celý kontinent Evropy, sever Afriky, Malou Asii, Arabský poloostrov a západ Asie. Druhá z map zobrazuje již výhradně *Inferno*, jeho podrobné členění a obyvatele. Pro snadnou identifikaci každé mapy v obsahu této kapitoly byly označeny hesly *mapa světa* a *mapa podsvětí*. Navíc byly takové zmínky vždy zvýrazněny kurzívou.

Postup při návrhu a vytváření obsažených map byl odvozen z metodiky sestavené do osmi bodů dle [44]. Do podobné formy byl strukturován úvodní blok kapitoly (9.1–9.3). Některé z bodů či jejich částí však nebyly shledány relevantní v kontextu použití map v rámci StoryMap, a proto byly vynechány.⁷⁴ Navazující podkapitoly (9.4–9.8) se věnují přípravné práci v *ArcGIS Pro*, převodu map na AGOL, sestavení finální StoryMap či např. tvorbě 3D modelu.

9.1 Účel mapy, cílová skupina

Některé otázky tvůrčího procesu bylo vhodnější vztahovat přímo na celek (tedy StoryMap) než na dílčí části (tj. dvojici map), neboť například účelem obou map bylo především jejich zařazení do komplexní struktury StoryMap, v jejímž rámci dostávají správný význam. Otázka proto zněla: jaký účel má StoryMap a na koho cílí?

StoryMap nazvaná *Dantovo Inferno* má primárně plnit roli doplňku či nadstavby k literárnímu dílu Komédie a pomáhat tak v jejím studiu. Od toho se rovněž odvíjí cílová skupina, na níž je StoryMap zaměřena: více či méně pokročilí čtenáři Dantova díla či alespoň uživatelé s povrchními znalostmi této básně nebo autora. StoryMap se potýká s odborným tématem, které míní prezentovat populárně naučnou formou, aby se okruh potenciálních čtenářů rozšířil.

9.2 Kartografické zobrazení, měřítko

Volba kartografické projekce vyžadovala rozsáhlejší úvahu. Po vzoru středověkých *mappae mundi* byl umístěn Jeruzalém doprostřed *mapy světa*, přičemž důležitým kritériem bylo, aby zobrazení zachovávalo vzdálenosti od středu. Taková kritéria splňuje azimutální ekvidistantní projekce, resp. její modifikace se zeměpisnými souřadnicemi středu nastavenými na Jeruzalém. V identické projekci byla zobrazena též *mapa podsvětí* (kterou *mapa světa* de facto překrývá), aby se koncentrické sekce *Pekla* správně vykreslily jako kruhy.

Již výše byl zmíněn záměr zobrazit každou z map ve více měřítkových úrovních. Konkrétně byla každá z nich koncipována do tří úrovní detailu; celkem se tedy jednalo o 6 různých pohledů, které byly postupně do StoryMapy zařazeny. Pro *mapu světa* byla použita měřítková řada 1:50 000 000, 1:25 000 000, 1:18 000 000. *Mapa podsvětí* využívá měřítek 1:30 000 000, 1:10 000 000 a 1:1 000 000. Důvodem pro zvolenou měřítkovou škálu byly především značné rozdíly ve velikosti sekcí *Pekla* směrem k jeho středu; v menším měřítku by nebylo možné rozlišit členění devátého kruhu.

⁷⁴ V rámci vytvářené StoryMap postrádají smysl např. některé kompoziční prvky (tiráž či název mapy) nebo otázka výstupního média; ta je z podstaty StoryMap zřejmá.

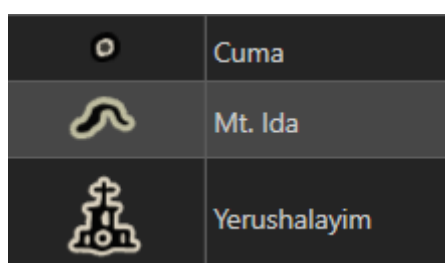
9.3 Data, klasifikace a symbologie

Vstupní data pro tvorbu *mapy světa* a *mapy podsvětí* byla z části shodná, přesto jejich reprezentace byla v některých případech pojata jiným způsobem. Tato podkapitola proto obsahuje rozbor použitých dat a zavedené symbologie pro jednotlivé mapy zvlášť. Výjimku představují anotace, které byly pro obě mapy shodné a věnuje se jim závěr této části.

9.3.1 Mapa světa (první mapa)

Bodové vrstvy

Nejprve byla vytvořena tematická bodová vrstva s názvem *Body* obsahující prostorové informace významných míst, na něž se Komédie či její interpretace v souvislosti s polohou *Inferna* odkazují. Tyto body mají tak zásadní význam, že každému z nich byla navržena unikátní symbologie, která přispívá k jejich snadné identifikaci v mapě. Městu Cuma byl přidělen tradiční bodový znak pro město, vrchol Mount Ida dostal piktogram (v mapě) jedinečné hory ze sady znaků fontu *Terra Ignota* (viz 9.3.3). Symbol města Jeruzalém byl poskládán z několika prvků stejného fontu. K základnímu piktogramu města byl pomocí dalších znaků vytvořen a připojen křesťanský kříž, jímž byl umocněn náboženský význam města.



Obr. 56: Sada unikátních znaků pro významná místa mapy

Druhá použitá bodová vrstva pojmenovaná *Sídla* byla poskládána dle sítě významných středověkých měst, kterou zachycují mapy Českého historického atlasu (sekce *Krajina a člověk*, mapa *Sídla – středověk*) a Akademického atlasu českých dějin (kapitola *II.*, mapa *42*). Symbologie vrstvy byla nastavena jednotně, jelikož tato města plní v mapě pouze orientační funkci. Bodový znak sídel je shodný se značkou města Cuma, pouze byl odlišen menší velikostí.

Liniové vrstvy

Z webu Natural Earth⁷⁵ byla stažena data pro vodní toky (sekce *Medium scale data – Physical Vectors*). Ty lze klasifikovat dle atributu *scalerank*, který vyjadřuje velikost toku; symbologie vrstvy proto byla nastavena v závislosti na hodnotě tohoto atributu. Pomocí DQ byly z dat vyloučeny novodobé vodní koridory (např. Suezský kanál), aby v mapě nedocházelo k historickým nepřesnostem.

Dále byla použita oceánská síť rovnoběžek a poledníků (v intervalu 1°). Ta byla do mapy vložena dvakrát: v prvním případě v podobě tečkované linie a s nastavením DQ, které vykresluje každou desátou rovnoběžku či poledník. Druhá verze byla analogicky omezena na zobrazení linií po třiceti stupních, přičemž byla reprezentována plnou čarou.

Polygonové vrstvy

Mezi základní podkladové vrstvy patří *Landforms of the World*, kterou lze volně převzít z *ArcGIS Living Atlas of the World*. Obsahuje polygony rozříděné dle povrchových útvarů: *Mountain*, *Plateau*, *Plain*, *Desert*, *Lake* a *Basin*. Další základní vrstva označená *LandMultipart* formuje generalizovanou pevninskou část Země.

⁷⁵ <https://www.NaturalEarthData.com>

Vodní plochy byly staženy opět z webu Natural Earth, přičemž bylo využito současných i historických dat (obsahujících původní rozlohu Aralského a Čadského jezera). SQL příkazem v DQ byly odfiltrovány přehrady a umělé vodní nádrže; navíc znovu pomocí DQ a atributu *scalerank* byly zobrazeny pouze největší vodní plochy.

Symbologie pro uvedené polygonové vrstvy byla upravena a převzata ze souboru *MyPrecious.stylx*, který je dostupný v online galerii stylů Esri. Byl vytvořen Johnem Nelsonem a je tematicky laděn pro mapy fantastických světů, např. Tolkienova Pána prstenů, na nějž naráží samotný název. Důvod pro zvolení takového stylu je prostý: Dantovo *Inferno* lze právem zvat fantastickým světem, v jehož vyjádření by užití klasických stylů spíše selhávalo. Navíc, tento vizuál se stal leitmotivem jak *mapy světa*, tak *mapy podsvětí*; zásadně se podílí na celkovém výrazu mapy a vytváří dojem starého kartografického díla. Prvky z této symbologie byly využity i např. pro liniové symboly vodních toků. Jako podklad pod výše uvedené vrstvy byl použit (z katalogu *Living Atlas of the World*) polygon *GlobalBackground* suplující oceán, jehož výplň byla nastavena na *Paper background* opět ze vzorů zmíněného stylu.

Poslední součást *mapy světa* byla odvozena z vrstvy *Inferno*, o níž se podrobně zmiňuje oddíl 9.3.2. Jedná se o polygony zjednodušené pekelné struktury rozlišující pouze kruhy (nikoliv jejich části). Vrstva vznikla využitím nástroje *Dissolve* a následně byla pro potřeby podkladové mapy (viz sekce 9.4) převedena funkcí *Polygon To Line* na obvodové linie kruhů.



Obr. 57: Detail mapy světa

9.3.2 Mapa podsvětí (druhá mapa)

Bodové vrstvy

V *mapě podsvětí* vyobrazující strukturu *Inferna* byla obsažena pouze jediná bodová vrstva s názvem *Postavy*. Jedná se o specifickou vrstvu zahrnující databázi všech postav (historických či mytických), se kterými se na svém putování *Peklem* básníci střetli. Jejich pozice nelze zapsat v přesných souřadnicích, nicméně každou z postav je možné umístit do zcela konkrétní sekce *Inferna*. K tvorbě této vrstvy bylo přikročeno zejména z důvodu zaplnění prázdných míst pekelné

struktury, kterou na rozdíl od zemského povrchu nelze tak bohatě zaplnit prvky fyzické geografie (vodstvo, vegetace, georeliéf) či socioekonomickými objekty (sídla, komunikace).

Nejprve byla vytvořena samotná databáze. Z několika internetových zdrojů⁷⁶ byla sepsána data všech postav, které byly v *Pekle* přítomny (nikoliv pouze citovány; byl kladen důraz na pečlivý souhrn všech skutečně odsouzených). Ke každé postavě byl připojeny kromě ID následující atributy: jméno, přesná sekce *Inferna*, popis, URL obrázku a kategorie. V URL byla obsažena cesta k obrázku postavy, pokud se podařilo takový dohledat. Jedná se o slavné ilustrace Komédie, jejichž autorem je Gustave Dóre a jsou dostupné pod licencí Creative Commons. Atribut kategorie byl vyplněn v případech, kdy postava ztělesňuje člena skupiny, kterou lze snadno definovat a zároveň je v *Pekle* čteně zastoupena (např. Titáni či církevní hodnostáři). Zmíněné atributy v další fázi sloužily k naplnění položek vyskakovacích oken hotových map na AGOL, resp. přímo ve StoryMap *Dantovo Inferno*.

OBJECTID	Jméno	Popis	Sekce Pekla	Kategorie	Ilustrace
68	Pluto		4. kruh	démon, strážce duší	https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/05/Inferno_Canto_7_lines_8-9.jpg
69	Flegias	převozník přes řeku Styx	5. kruh	démon, strážce duší	https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3b/Inferno_Canto_8_verses_27-29.jpg
70	Filippo Argenti	člen florentské rodiny Adimari	5. kruh		
71	Erichto	théssálská kouzelnice, nekromanka	5. kruh		
72	Megaira	Erínye symbolizující závist a žárlivost (Erínye jsou v řecké mytologii bohyně pomsty a kletby, služebnice boha podsvětí Háda a jeho manželky Persefony. V římské mytologii jim odpovídají Furie.)	5. kruh	démon, strážce duší	https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/14/Inferno_Canto_9_verse_46.jpg
73	Alléktó	Erínye ztělesňující hněv, lenost, pýchu (Erínye jsou v řecké mytologii bohyně pomsty a kletby, služebnice boha podsvětí Háda a jeho manželky	5. kruh	démon, strážce duší	https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/14/Inferno_Canto_9_verse_46.jpg

Obr. 58: Ukázka části databáze postav

Dále byla vytvořena bodová třída prvků a postupně rozmístěno 241 bodů do jednotlivých částí *Pekla* podle tabulky (podél průběhu cesty básníků, viz oddíl *Liniové vrstvy* níže). Na průsečíky linie putování básníků a hranic kruhů byly umístěny postavy (démoni), kteří zde hlídají hříšné duše (viz 7.8). Nakonec byla k vrstvě přes atribut ID připojena (*join*) zmíněná databáze. Symbologie postav rozlišuje dvě kategorie dle stejnojmenného atributu: hříšníky (červenočerný bod) a jejich strážce (symbol připomínající oko; odkazuje na dozorčí funkci démonů).

Symbol	Value	Label
▼	Kategorie	1 values ✕
○	strážce	démon, strážce duší
▼	<all other values>	
○	odsouzené duše	odsouzené duše

Obr. 59: Detail nastavení symbolologie postav

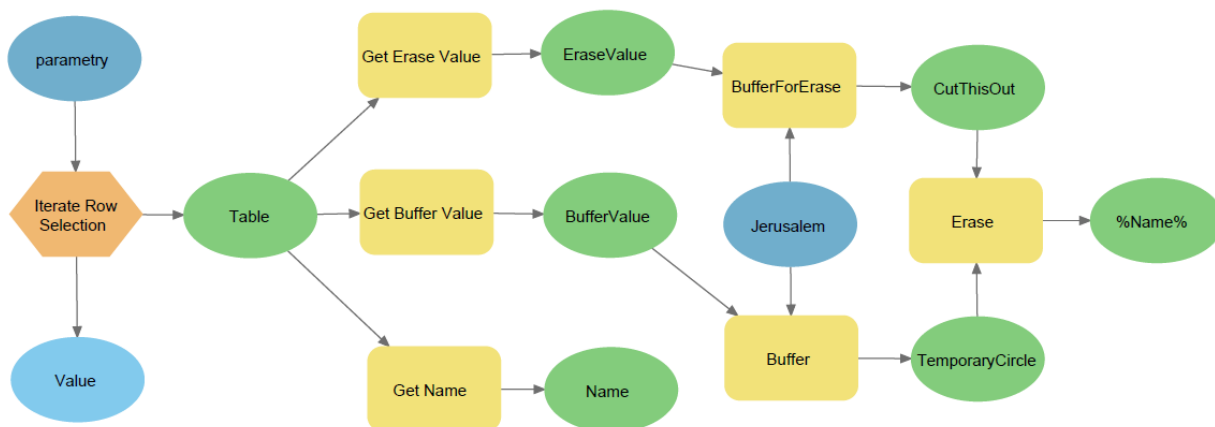
⁷⁶ Například dle italské verze Wikipedie, <http://www.worldofdante.org>, a dalších.

Liniové vrstvy

Pro *mapu podsvětí* byla vytvořena datová vrstva kopírující průběh putování básníků *Infernem*. V analýze básně bylo zjištěno, že skrz pekelné kruhy dvojice protagonistů postupně urazila vzdálenosti rovné jedné desetiné každého z nich. Výsledné linie bylo docíleno rozdělením obvodů kruhů *Inferna* (nástroj *Divide*) na deset dílů a propojením příslušných částí, aby se v každém dalším kruhu, do nějž básníci sestoupili, ubírali směrem za pravou rukou (viz 7.8). Přímé spojnice pak byly změněny na Bézierovy křivky, které byly upraveny do podoby, v níž dohromady tvořily kompaktní spirálovitou linii. Podél této spirály byly rozmístěny již zmíněné body postav.

Polygonové vrstvy

Základem pro *mapu podsvětí*, který byl v upravené formě zakomponován též do *mapy světa*, byla datová vrstva pekelné struktury. Jedná se o koncentrické kruhové polygony sestavené dle tabulek 13 a 14; konkrétně z nich byly odečteny parametry kruhů a jejich částí projektovaných na povrch Země. Manuální tvorba prstencových polygonů by představovala zdoluhavý iterativní proces, proto byl v *ArcGIS Pro* vytvořen model (viz schéma na obr. 60), na jehož vstupu byla tabulka se zmíněnými parametry a výstupem byly polygony pekelných sekcí.



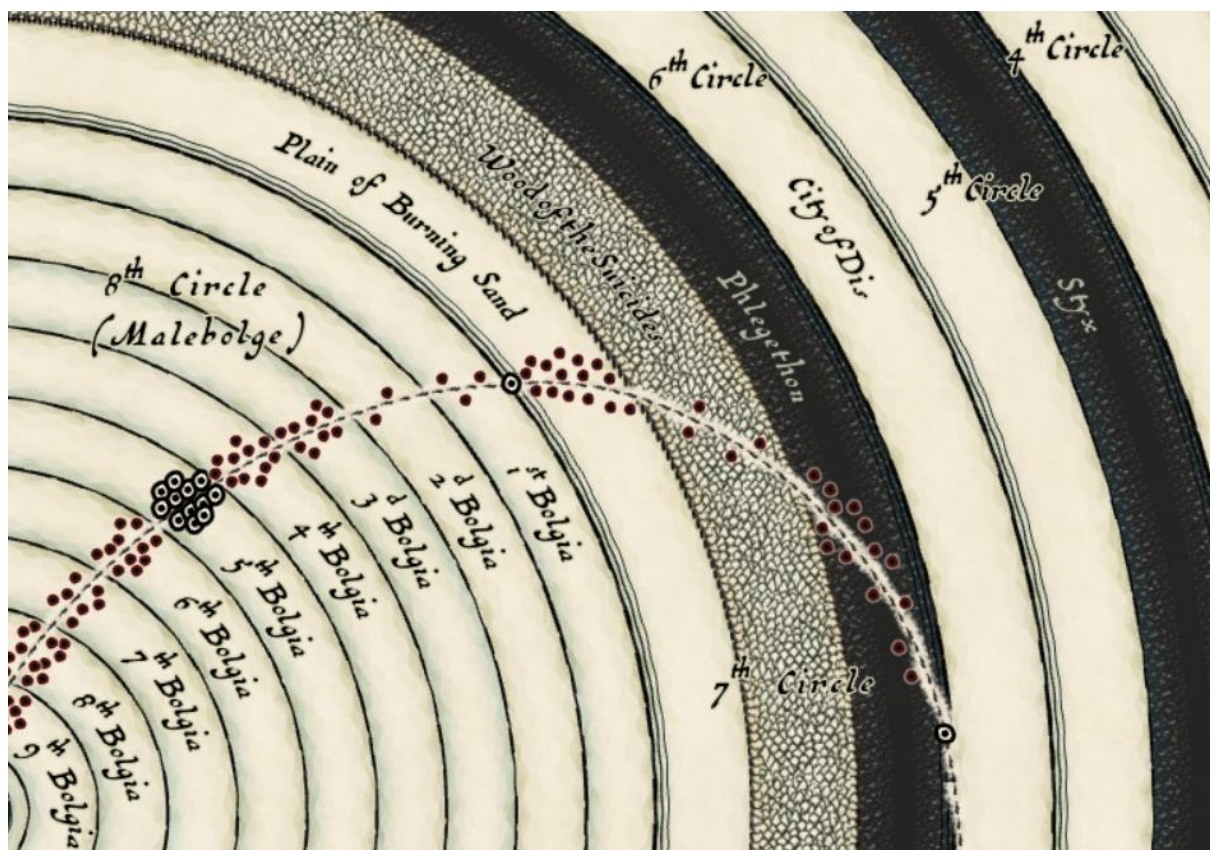
Obr. 60: Schéma modelu v *ArcGIS Pro*, jehož výstupem byly polygony všech částí *Inferna*

Do modelu tedy vstoupila tabulka, která pro každou z pekelných částí obsahovala tyto parametry (v závorce uveden datový typ): název (text), šíře (long) a šíře předchozí části směrem od středu (long). Iterační nástroj *Iterate Row Selection* postupně procházel jednotlivé řádky tabulky a z nich vytvářel proměnnou (tabulku), z níž pomocí trojitého použití funkce *Get Field Value* byly získány postupně hodnoty šíře, šíře předchozí části a název. Následně byly zavedeny dva nástroje *Buffer*. Na jejich vstupu (*input features*) figuroval v obou případech středový bod (Jeruzalém). Metoda byla nastavena na *geodetic (shape preserving)*, která na rozdíl od metody *planar* počítá sférické vzdálenosti na elipsoidu (a nikoliv Euklidovské vzdálenosti na rovině, jak je tomu v defaultně nastavené metodě *planar*). Díky použité kartografické projekci (azimutální ekvidistantní zobrazení) se obalové zóny vykreslují jako kruhy. Dalšími vstupními proměnnými do nástrojů *Buffer* byly hodnoty šíře (v modelu označená *BufferValue*) a šíře předchozí části (v modelu nazvaná *EraseValue*), podle nichž byla určena velikost obalové zóny (kolonka *distance*). Výstupem tedy byly dva buffery (označené *TemporaryCircle* a *CutThisOut*), které následně vstoupily do funkce *Erase*. Její pomocí byl vnitřní polygon (*CutThisOut*) odstraněn z vnějšího (*TemporaryCircle*), čímž konečně vznikl prstenec neboli jedna z pekelných částí, k níž byl přiřazen korespondující název (získaný nástrojem *Get Field Value* v počáteční fázi modelového schématu).

Části *Inferna* byly na závěr (již mimo model) sjednoceny do jediné vrstvy. Její modifikace byly zakomponovány i do *mapy světa* (nástrojem *Dissolve* byla vrstva zjednodušena, resp. rozpuštěna do jednotlivých kruhů).

Symbologie *Inferna* byla nastavena za použití stylu *My Precious* tímto způsobem: pekelným sekcím, u nichž nelze determinovat bližší topografii, byl přiřazen vzor *Land* (obdobně jako základní vrstvě *LandMultipart* v *mapě světa*). Části, které lze identifikovat jako řeku (Styx a Flegeton), byly vykresleny upraveným motivem *Black Water*. Poslední snadno definovatelný povrchový útvar v podsvětí zastupuje les (ve druhém pásmu sedmého kruhu se nachází Les sebevrahů). Tomu byla přiřazena shodná symbolika s lesy na zemském povrchu (vzor *Forest*).

Poslední konstruovanou polygonovou vrstvou byla řeka Acheron. O její existenci nevede Manetti žádný spor, nicméně její parametry nebyly v jeho podání (na rozdíl od Vellutella⁷⁷) stanoveny. Proto byl zvolen kompromis a vytvořen buffer kolem celého *Pekla* o šířce úměrné prvnímu z kruhů. K němu byla přidána série dalších bufferů v intervalu 10 km. Hlavnímu i dodatečným polygonům byla nastavena symbologie dle vzoru *Black Water* (jako u předchozích pekelných řek) a na závěr byla upravena průhlednost u série nadstavbových obalových zón: každá zóna řeky směrem dále od středu byla o 10 % více transparentní, čímž byl docílen mizející (ztrácející se) efekt vodního veletoku Acheron směrem od *Inferna*.



Obr. 61: Výřez mapy podsvětí

⁷⁷ Avšak použití Vellutellových rozměrů řeky Acheron nelze brát v tomto případě v úvahu, neboť Vellutello navrhl model celkově výrazně menší než Manetti. Zmíněná řeka zde měří necelých 14,5 km do šířky; taková velikost vodního toku by působila v kombinaci s Manettiho kruhy nepatřičně.

9.3.3 Anotace

Výběr a tvorba anotací probíhala u obou mapových děl shodně, proto byla vyčleněna pro toto téma samostatná sekce. Stejně zásadní, jako byla pro mapy volba symbologie, se stala otázka výběru mapového fontu. Font totiž musí dobře fungovat se zavedenou symbologií, příliš nevyčínat ani nebýt upozaděn. Obzvláště při vytváření map ve stylu starších kartografických děl byl pečlivý výběr fontu důležitý. Styl písma splňující taková kritéria nicméně nelze najít mezi základními fonty Microsoft či Esri, a proto byla proveden průzkum na internetu.

Finální volbou se stal font *Terra Ignota* z produkce *Three Islands Press*⁷⁸. Za ním navíc stojí příběh, který k jeho použití v mapách s tematikou Dantova světa přímo vybízí. Styl písma byl vytvořen podle mapy *Amerique Septentrionale* francouzského kartografa Nicolase Sansona z roku 1650. Ačkoliv se datace od Dantova či Galileova století nepatrně liší, styl fontu ctí historické kořeny a zároveň evokuje dobrodružství objevitelských cest, což souzní s jeho užitím při mapování podsvětí. Za zmínku stojí i samotný název, který měl původně znít *Terra Incognita*, *Země neznámá*, což lze opět vnímat jako nápaditý odkaz na *Inferno*. Anotacím byla nastavena základní černá barva, halo v závislosti na převažující barvě podkladu a velikost pro různá měřítka.

Jakmile bylo rozhodnuto o fontu, byla zahájena komunikace s *Three Islands Press* ohledně použití písma v rámci diplomové práce, jelikož je k jeho užití nutná zpoplatněná licence. Ta byla vzhledem k záměrům za výhodných podmínek získána a použití fontu proto bylo oprávněné.

Ze sady znaků *Terra Ignota* nakonec byly použity i symboly pro některé bodové vrstvy, jak bylo zmíněno v sekci 9.3.1. Vzhledem k tomu, že se jedná o kompletní sadu znaků obsahující kromě základní latinky i další bloky *Unicode* (např. rozšíření *Latin Extended-A*, *Latin Extended-B*), font nabízí možnost experimentovat a použít atypické znaky. Následuje krátký příklad fontu:

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit.

1st 2^d 3^d 4th 5th 6th 7th 8th 9th



Obr. 62: Ukázka anotací v mapě

⁷⁸ Font od *Three Islands Press* (3IP) lze dohledat např. na <https://www.oldfonts.com/terra-ignota.html>

9.4 Příprava map v ArcGIS Pro

Jak již bylo nastíněno, první fáze přípravy součástí map proběhla v *ArcGIS Pro*. Před převodem map do prostředí AGOL bylo zásadní vyřešit otázku zachování nastavené projekce map, jelikož v AGOL není možné jednoduše zvolit libovolné kartografické zobrazení. AGOL kartografické zobrazení nastaví dle projekce tzv. *basemap*, podkladové mapy, kterou je možné vybrat z galerie; zde jsou však podkladové mapy bez výjimky v projekci Web Mercator (EPSG: 3857). Dále se nabízí možnost využít libovolnou mapu z portálu *Living Atlas of the World* jako *basemap*, nicméně ani zde se nenachází tak specifické zobrazení, které bylo použito pro *mapu světa a mapu podsvětí*.

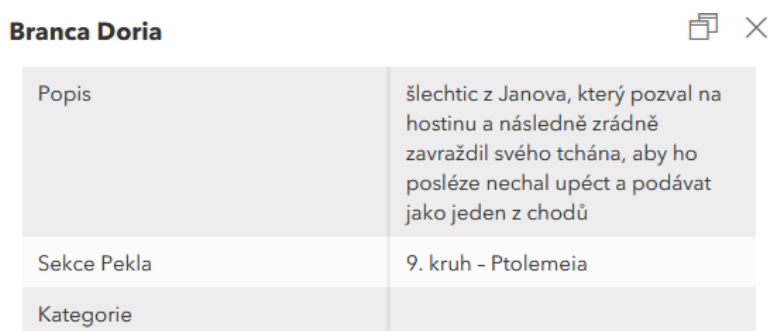
Jediným řešením bylo vytvořit podkladové mapy vlastní. Do podkladových map byly zahrnuty datové vrstvy tvořící základ map, resp. vrstvy, u kterých nebyla zamýšlena interakce s uživatelem. Zvláště byly připraveny vrstvy, na něž se vázaly informace, které byly ve výsledné StoryMap prezentovány např. v rámci vyskakovacích oken (*pop-ups*).

Jakmile byla kompozice *basemap* připravena pro jednotlivé úrovně detailu (tzn. přidány datové vrstvy a nastavena symbologie pro každé měřítko), bylo vytvořeno dlaždicové schéma pomocí nástroje *Generate Map Server Cache Tiling Scheme*. Zde se zvolila výchozí mapa, konkrétní měřítko a velikost dlaždic (1024 na 1024 pixelů). Výstupem bylo schéma ve formátu XML.

V dalším kroku již bylo přikročeno k publikaci webové *basemap*. Nástroj *Share as a Web Layer* obsahuje řadu nastavení; po vyplnění názvu, popisu a tagů mapy je nutné zvolit typ publikované vrstvy: *feature*, *tile* nebo *vector tile*. První z možností nasdílí na AGOL vektorovou vrstvu, má však jistá úskalí: v tomto případě by byla změněna, resp. zhoršena kvalita náročnější symbologie *map světa a podsvětí* a např. by byl nahrazen použitý font. Tato volba byla využita při sdílení dodatečných vektorových částí map. Vektorové dlaždice (*vector tile*) lze použít pouze v projekci Web Mercator, a proto byly jako typ vrstvy zvoleny rastrové dlaždice (*tile*), pro které bylo připraveno schéma již v předchozím kroku. Tento postup byl aplikován na dvojici *basemap* a zároveň byly jako vektorové vrstvy nasdíleny tematické součásti map, které bylo míněno využít v rámci StoryMap interaktivně.

9.5 Příprava map v AGOL

Ve chvíli, kdy byla publikace všech *basemap* a vektorových vrstev dokončena, následovalo zpracování v prostředí AGOL. Tam byly postupně zkompletovány obě z map; jako podkladová mapa byla vyhledána příslušná *basemap*, čímž byla zajištěna správná projekce. Dále byla nakonfigurována *pop-ups* pro každou z vektorových vrstev: bodová vrstva významných bodů (zahrnující Jeruzalém, město Cuma a horu Mt. Ida), bodová vrstva postav a polygonová vrstva sekcí *Inferna* (prstencové zóny) s řekou Acheron. Následuje přehled ukázek vyskakovacích oken.



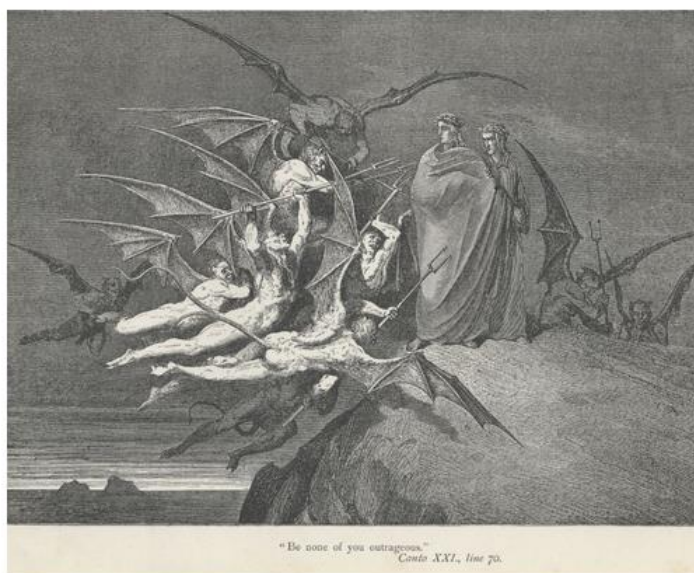
Branca Doria	
Popis	šlechtic z Janova, který pozval na hostinu a následně zrádně zavraždil svého tchána, aby ho posléze nechal upéct a podávat jako jeden z chodů
Sekce Pekla	9. kruh - Ptolemeia
Kategorie	

Obr. 63: Pop-up postavy z řad hříšníků

Malacoda



Popis	dábel ze skupiny démonů zvané Malebranche
Sekce Pekla	8. kruh - žleb V.
Kategorie	démon, strážce duší



Obr. 64: Karta jedné z postav z kategorie strážců

8. kruh (Malebolge)



Popis	Dlouhou propastí dolů do osmého kruhu básníky přepraví Geryon, podivná postava s hlavou muže, křídly sokola, tělem plaza, mohutnými drápy a ohonem s žihadlem škorpióna. Kruh zvaný Malebolge je složen z deseti žlebů (blogias), ve kterých jsou trestáni různé formy podvodů. Přes žleby se klene dlouhý most, po kterém básníci dorazí až ke centrální Studni gigantů.
Úroveň	7. úroveň
Počet sekcí	10
Hřích	podvod
Výška nad středem Země [km]	134,028

Obr. 65: Vyskakovací okno jednoho z kruhů

Řeka Styx



Číslo kruhu	5
Hřích	hněv
Popisek	Pátý kruh (kruh zloby) je z první poloviny tvořen řekou Styx. V jejích bahnitých vodách spolu zápasí duše hněvivých. Přes řeku básníci využijí služeb jiného převozníka - Flegia.
Zpěv	VIII
Šířka [km]	165,189
Výška nad středem Země [km]	2 010,425
Anglický název	Styx



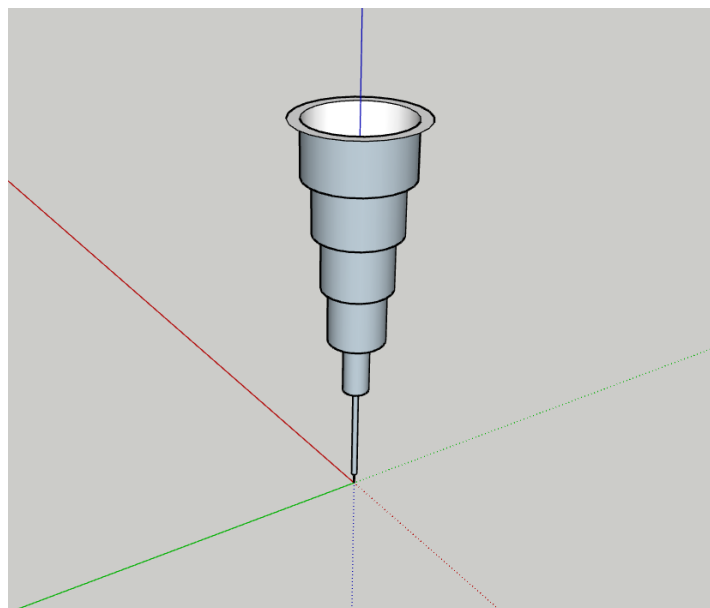
Obr. 66: Pop-up specifické části pekelného kruhu

9.6 Tvorba 3D modelu

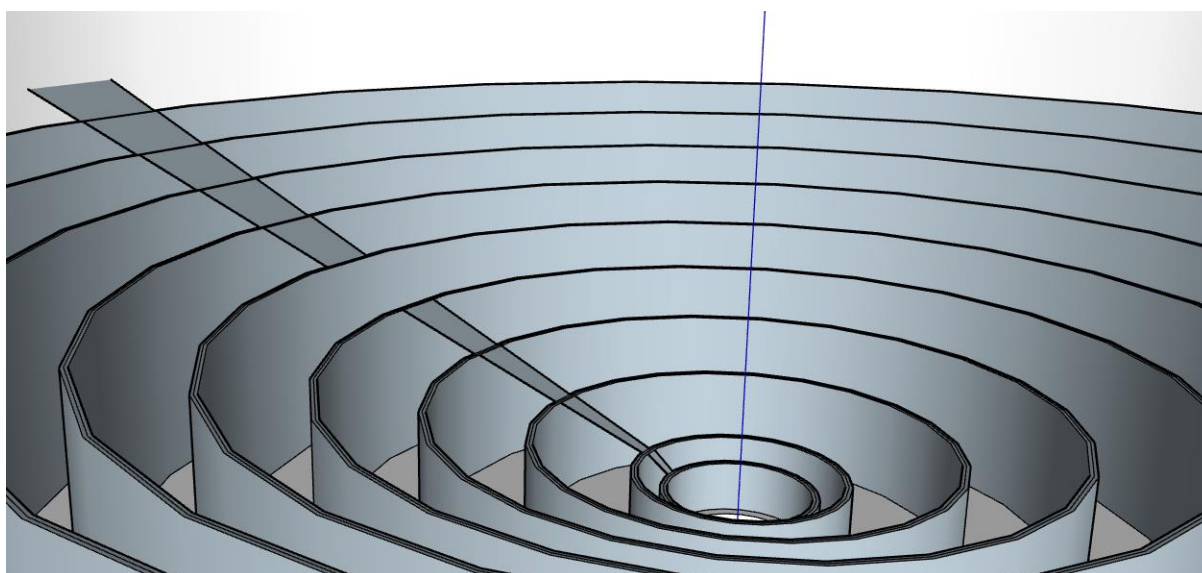
Nejedná se pouze o interaktivní mapy, se kterými lze v rámci editoru StoryMap pracovat a zakomponovat je do příběhu. Kromě textu a obrázků se jedná např. o videa. A právě pomocí videa bylo možné zprostředkovat prohlídku 3D modelu Inferna, který byl zpracován v programu *SketchUp 2019*. Jedná se o 3D modelovací nástroj vyvíjený společností Trimble.

S použitím základních funkcí byl vytvořen zmenšený model *Inferna* dle Manettiho parametrů z tabulek 13 a 14 (sloupce šíře přepočtené na km). Kolem něj byla pomocí několika pluginů sestrojena sféra, na jejíž povrch byla přidána textura⁷⁹ Země. Byl doplněn ukazatel a popisek města Jeruzalém a poskládáno přibližně 25 různých scén (neboli pozic kamery či úhlů pohledu na různé části modelu), z nichž byla exportována animace (s patřičným nastavením délky přechodů a záběrů jednotlivých scén) ve formátu MP4 s konečnou stopáží téměř minutu a půl. K videu byl přidán hudební podkres.

⁷⁹ Stažená z webu <http://planetpixelemporium.com>



Obr. 67: Detail zpracování 3D modelu (celkový pohled na kužel Inferna)



Obr. 68: Detail projektu 3D modelu (most klenoucí se přes deset žlebů Malebolge; nad 6. žlebem most chybí)

9.7 Hudební podklad

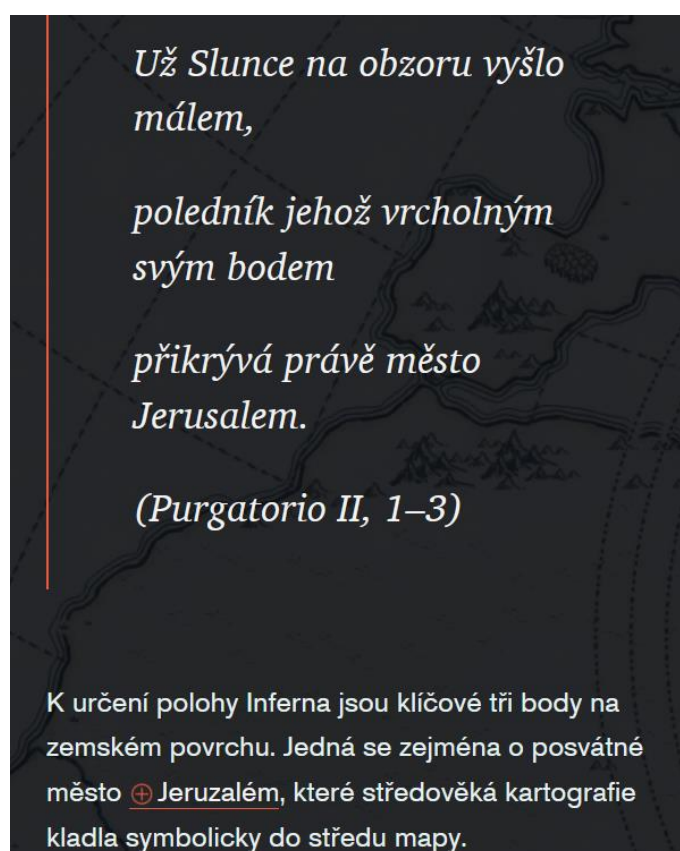
Nejen videa bylo užito z nabídky multimediálních prostředků, jejichž implementaci StoryMap podporuje. Alespoň krátká zmínka právem patří i hudebním podkladům, které byly vloženy do některých částí mapového bloku a k videu. Jedná se o autorské skladby původně zkomponované k inscenaci *Io, Já Dante* v režii M. Rossi a J. Kučery (ale znovu originálně nahrané přímo pro účely této diplomové práce, resp. StoryMap Dantovo Inferno). V kompozici skladeb se odráží motivy Komédie, jak napovídají jejich samotné názvy *Selva Oscura*, *A porta Inferi* a *Charon*, nicméně vzhledem k technické povaze této práce byl podrobnější hudební rozbor vypuštěn.

9.8 Finalizace StoryMap

Samotná StoryMap byla profilována jako průvodce se snahou čtenáře vést (zaujímá tedy spíše *author-driven* přístup), ačkoliv tématu znalým uživatelům poskytuje volnost. Pod titulní částí byl zařazen komentář, jak k celé StoryMap přistupovat a na jaké čtenáře cílí. V navazující hlavní části byl navržen boční blok čítající celkem 6 snímků (každá z dvojice map ve třech

úrovních detailu). Druhá část StoryMap (zobrazující detaily *mapy podsvětí*) na sebe bere podobu encyklopedie postav umístěných v *Pekle* na kartografickém podkladu.

Každou úroveň mapy doprovází postranní panel s textem, který byl situován do levé části mapového okna. Textová část každého snímku byla poskládána ze dvou složek: citace vybraných veršů Komédie a komentář k mapě či struktuře *Inferna*. Citace byly selektovány z pasáží uvedených v této práci (viz 7. kapitola), aby korespondovaly s tím, co čtenář může spatřit a prozkoumat v příslušném detailu mapy. Pokročilé formátování textu je bohužel slabší stránkou StoryMap editoru a z toho důvodu nebylo možné formátovat verše do tradiční podoby básně, resp. konec každého verše byl zalomen a končí až na dalším řádku. V textu byly dále využity tzv. *akce mapy*; jedná se o propojení konkrétní části textu (např. slova Jeruzalém) s akcí v interaktivní mapě. Takové slovo či skupina slov jsou v textu zvýrazněny (viz obr. 69) a pokud na ně čtenář klikne, provede se předem definovaná akce (např. přiblížení zmíněného místa či posun mapy v rámci mapového okna).



Obr. 69: Ukázka postranního panelu s textem: citací i komentářem

Za mapovým blokem následuje závěrečná část textu a vložené video s virtuální prohlídkou 3D modelu *Pekla*. Spodní lišta supluje roli tiráže a obsahuje údaje o autorství jednotlivých komponentů. Odkaz na vytvořenou StoryMap *Dantovo Inferno*:

<https://storymaps.arcgis.com/stories/f978388543a74088991be9492258614c>

10. Závěr

V předložené diplomové práci byla provedena rekonstrukce debaty, jež se zrodila nad otázkami lokalizace a mapování podsvětí po vydání Komédie. Analýza díla a jeho komentářů pomáhá lépe porozumět prvním pokusům zmapovat Dantovo *Inferno*, resp. pochopit uspořádání celého Dantova světa. V návaznosti byl chronologicky prezentován odkaz autorova díla v kartografii a příbuzných oborech.

Předložené parametry modelů Manettiho a Vellutella byly na základě Galileových přednášek uvedeny do souvislostí s textem eposu. Rešeršní část práce byla završena diskusí, kritikou, a především tvorbou StoryMap dle zjištěných Manettiho rozměrů struktury *Inferna*. Mezi hlavní komponenty StoryMap nazvané *Dantovo Inferno* patří dvě interaktivní mapy v několika úrovních detailu a 3D model *Pekla*. Čtenář je na základě map a textového bloku postupně zasvěcen do veršů a z nich odvozených vzorců, které vedly ke konstrukci geometrie podsvětí. První mapa podává obraz *Pekla* na zemském povrchu, zatímco druhá z hlavních map nabízí v interaktivní formě přehled detailní struktury *Inferna*. Na jejím podkladu byly zobrazeny postavy, které se dle básně v *Pekle* souží. Na závěr byla zařazena animace virtuální prohlídky 3D modelu *Inferna*, který byl vytvořen pro potřeby této práce, resp. StoryMap v programu *SketchUp*.

Použitá literatura

- [1] LANDAVERDE CORTÉS, Noé Abraham. *A Conceptual Framework For Interactive Cartographic Storytelling* [online]. Enschede, 2018 [cit. 2021-3-16]. Dostupné z: <http://essay.utwente.nl/85868/>. Master's essay. University of Twente.
- [2] ČAPEK, Richard, Miroslav MIKŠOVSKÝ a Ludvík MUCHA. *Geografická kartografie*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1992. ISBN 80-04-25153-6.
- [3] Map. *Encyclopædia Britannica, Inc.* [online]. [cit. 2021-4-28]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/science/map>
- [4] DENIL, Mark. Storied Maps. *Cartographic Perspectives*, (84), 5-22. [online]. 2017 [cit. 2021-4-18]. Dostupné z: DOI: [10.14714/CP84.1374](https://doi.org/10.14714/CP84.1374)
- [5] MÜLLER, Richard a Pavel ŠIDÁK. *Slovník novější literární teorie O-P* [online]. Praha: Academia, 2012 [cit. 2021-4-14]. ISBN 978-80-200-2048-2. Dostupné z: <https://www.ucl.cas.cz/edicee/images/data/prirucky/obsah/>
- [6] BECK, Isabel a Margaret MCKEOWN. Developing Questions That Promote Comprehension: The Story Map. *Language Arts* [online]. 1981, 58(8) [cit. 2021-4-30]. ISSN 19432402.
- [7] CHATMAN, Seymour Benjamin. *Příběh a diskurs: narativní struktura v literatuře a filmu*. Brno: Host, 2008. Teoretická knihovna. ISBN 978-80-7294-260-2.
- [8] CAQUARD, Sébastien a Amelia BRYNE. Mapping Globalization: A Conversation between a Filmmaker and a Cartographer. *The Cartographic Journal* [online]. 2009, 46(4), 372–378 [cit. 2021-3-21]. ISSN 1743-2774. Dostupné z: DOI: [10.1179/000870409X12554350947340](https://doi.org/10.1179/000870409X12554350947340)
- [9] CAQUARD, Sébastien a Wiliam CARTWRIGHT. Narrative Cartography: From Mapping Stories to the Narrative of Maps and Mapping. *The Cartographic Journal* [online]. 2014, 51(2), 101–106. [cit. 2021-3-22]. ISSN 1743-2774. Dostupné z: DOI: [10.1179/0008704114Z.00000000130](https://doi.org/10.1179/0008704114Z.00000000130)
- [10] MENNIS, Jeremy L., Donna J. PEUQUET a Liujian QIAN. A conceptual framework for incorporating cognitive principles into geographical database representation. *International Journal of Geographical Information Science* [online]. 14(6), 501–520 [cit. 2021-3-19]. ISSN 1365-8816. Dostupné z: DOI: [10.1080/136588100415710](https://doi.org/10.1080/136588100415710)
- [11] CHRISMAN, Nicholas R. *Exploring geographic information systems* 2nd ed. New Caledonia: Wiley, 2002. ISBN 047131425-0.
- [12] TENSEN, Tim. *Geo-data animations in television journalism: Animation classes and their effectiveness in telling stories* [online]. 2014 [cit. 2021-3-27]. Dostupné z: <https://dspace.library.uu.nl/handle/1874/300858>. Master's thesis. Utrecht University.
- [13] BONGSHIN, Lee, Nathalie Henry RICHE, Petra ISENBERG a Sheelagh CARPENDALE. *More than Telling a Story: A Closer Look at the Process of Transforming Data into Visually Shared Stories* [online]. 2015 [cit. 2021-4-22]. Dostupné z: <https://www.microsoft.com/en-us/research/publication/telling-story-closer-look-process-transforming-data-visually-shared-stories/>

- [14] SEGEL, Edward a Jeffrey HEER. Narrative Visualization: Telling Stories with Dat. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* [online]. 2011 [cit. 2021-5-1]. ISSN 1941-0506. Dostupné z: DOI: [10.1109/TVCG.2010.179](https://doi.org/10.1109/TVCG.2010.179)
- [15] ROTH, Robert E. Cartographic Design as Visual Storytelling: Synthesis and Review of Map-Based Narratives, Genres, and Tropes. *The Cartographic Journal* [online]. 2020 [cit. 2021-4-30]. ISSN 1743-2774. Dostupné z: DOI: [10.1080/00087041.2019.1633103](https://doi.org/10.1080/00087041.2019.1633103)
- [16] PHILLIPS, Jonathan. Storytelling in Earth sciences: The eight basic plots. *Earth-Science Reviews* [online]. 115(3) [cit. 2021-4-25]. ISSN 1872-6828. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0012825212001249>
- [17] ARCDATA PRAHA. *Aplikace ArcGIS* [online]. [cit. 2021-3-29]. Dostupné z: <https://www.arcdata.cz/produkty/arcgis/aplikace-arcgis>
- [18] CESNET. *Historie národní sítě pro vědu, výzkum a vzdělávání* [online]. [cit. 2021-4-5]. Dostupné z: <https://www.cesnet.cz/sdruzeni/dokumenty/historie-narodni-site-pro-vedu-vyzkum-a-vzdelavani/>
- [19] CARROLL, Allen. *A Quantum Leap for Story Maps* [online]. [cit. 2021-4-12]. Dostupné z: <https://www.esri.com/arcgis-blog/products/arcgis-storymaps/mapping/a-quantum-leap-for-story-maps/>
- [20] Esri. *Product road map: What's coming for ArcGIS StoryMaps* [online]. [cit. 2021-4-21]. Dostupné z: <https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-storymaps/product-road-map>
- [21] HÁNEK, Pavel. *Data z dějin zeměměřictví: 25 tisíc let oboru*. Vyd. 2. Praha: Klaudian, 2012. Knihovna zeměměřiče. ISBN 978-80-902524-4-8.
- [22] Katedra geomatiky ZČU. *Dějiny geodézie* [online]. [cit. 2021-4-2]. Dostupné z: <https://kgm.zcu.cz/studium/gen1/html/ch01s03.html>
- [23] VYKUTIL, Josef. *Vyšší geodézie: vysokoškolská učebnice pro stavební fakulty*. Praha: Kartografie, 1982. ISBN 29-620-82.
- [24] ALBRECHT, Jochen. *Determining the Earth's size* [online]. [cit. 2021-4-13]. Dostupné z: <http://www.geo.hunter.cuny.edu/~jochen/gtech201/lectures/lec6concepts/Datums/>
- [25] CARMAN, Christián a James EVANS. The Two Earths of Eratosthenes. *Isis* [online]. 2015, 106(1) [cit. 2021-4-12]. Dostupné z: DOI: [10.1086/681034](https://doi.org/10.1086/681034)
- [26] DRABKIN, Israel Edward. Posidonius and the Circumference of the Earth. *Isis* [online]. 1943, 34(6) [cit. 2021-4-12]. Dostupné z: DOI: [10.1086/347875](https://doi.org/10.1086/347875)
- [27] SIEBOLD, Jim. *Posidonius' World View* [online]. [cit. 2021-4-12]. Dostupné z: <http://myoldmaps.com/maps-from-antiquity-6200-bc/114-posidonius/>
- [28] BATTEN, Alan a Jim SMITH. Measuring the world: Excursions in astronomy and geodesy. *Journal of Astronomical History and Heritage* [online]. 2006, 9(1) [cit. 2021-4-11]. ISSN 1440-2807. Dostupné z: <http://articles.adsabs.harvard.edu/full/2006JAHH...9..65B/0000067.000.html>
- [29] GALILEI, Galileo. *Due Lezioni All'accademia Fiorentina: Circa La Figura, Sito E Grandezza Dell'inferno Di Dante* [online]. Do angličtiny přeložil Mark A. Peterson. Dostupné z: <https://www.mtholyoke.edu/courses/mpeterso/galileo/inferno.html>

- [30] ŠPIČKA, Jiří. *Alighieri, Dante: Božská komedie* [online]. 2010 [cit. 2021-3-30]. Dostupné z: <http://www.iliteratura.cz/Clanek/25673/alighieri-dante-bozska-komedie>
- [31] RYCHTERA, Roman. *Středověká evropská kartografie: Druhy mappae mundi* [online]. [cit. 2021-03-19]. Dostupné z: <https://www.redreaper.eu/school/TKA/>
- [32] ANGELINI, Alessandra, Paola MAGNAGHI-DELFINO a Tullia NORANDO. *Galileo Galilei's location, shape and size of Dante's Inferno: An artistic and educational project* [online]. 2014 [cit. 2021-3-2]. Dostupné z: https://www.academia.edu/14169791/GALILEO_GALILEI_S_LOCATION_SHAPE_AND_SIZE_OF_DANTE_S_INFERNO_AN_ARTISTIC_AND_EDUCATIONAL_PROJECT
- [33] Geografický ústav Masarykovy univerzity. *Dějiny kartografie: Multimediální učebnice* [online]. [cit. 2021-4-20]. Dostupné z: <https://ucebnice.geogr.muni.cz/dejiny/>
- [34] DUTCH, Steven. *The Piri Reis Map* [online]. 1998 [cit. 2021-4-1]. Dostupné z: <https://web.archive.org/web/20130813090645/http://www.uwgb.edu/dutchs/PSEUDOSC/PiriRies.htm>
- [35] Sizes: The Online Quantinary. *Braccio [Italian]* [online]. [cit. 2021-3-17]. Dostupné z: <https://www.sizes.com/units/braccio.htm>
- [36] VERGARA CAFFARELLI, Roberto. *How long is Galileo's punctus?* [online]. 2015. [cit. 2021-3-12]. Dostupné z: www.illaboratoriodigalileogalilei.it/galileo/How%20long%20is.pdf
- [37] Brown University Library. *The Poetry of Science: Dante's Comedy and the Crafting of a Cosmos* [online]. [cit. 2021-2-25]. Dostupné z: <https://library.brown.edu/create/poetryofscience/>
- [38] FISHER, Len. *Galileo, Dante Alighieri, and how to calculate the dimensions of hell* [online]. 2016 [cit. 2021-2-27]. Dostupné z: <https://www.abc.net.au/radionational/programs/ockhamsrazor/galileo-mapped-dimensions-dante-inferno-hell/7164468>
- [39] ALIGHIERI, Dante. *Božská komedie*. Přeložil Otto František Babler. Praha: Nakladatelství Vyšehrad, 1952. ISBN 978-80-7390-041-0.
- [40] PETERSON, Mark A. Galileo's discovery of scaling laws. *American Journal of Physics* [online]. 2002, 70(6) [cit. 2021-5-14]. Dostupné z: DOI: [10.1119/1.1475329](https://doi.org/10.1119/1.1475329)
- [41] Web Content Accessibility Guidelines. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, [cit. 2021-4-11]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Web_Content_Accessibility_Guidelines
- [42] Geotagging. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, [cit. 2021-4-11]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Geotagging>
- [43] University of Baltimore. *Galileo's Vision* [online]. [cit. 2021-4-9]. Dostupné z: https://home.ubalt.edu/ntygfit/ai_05_mapping_directions/ai_05_tell/galileo2/galileo_measuring_moon.htm
- [44] SLOCUM, Terry. *Thematic cartography and geovisualization*. Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall, 2009. ISBN 978-0-13-229834-6.

Seznam obrázků

- OBR. 1: MAPKA Z NĚMECKÉHO TISKU (RUPERT VON SCHUMACHER, 1934)
- OBR. 2: PŘÍKLADY GRAFICKÝCH ORGANIZÁTORŮ (JONATHAN BIEFIELD)
- OBR. 3: CHATMANOVO SCHÉMA ZOBRAZUJÍCÍ SLOŽKY NARATIVU (SEYMOUR CHATMAN)
- OBR. 4: PYRAMIDA SLOŽEK GEOGRAFICKÉ REPREZENTACE DLE (MENNIS, PEUQUET, QIAN)
- OBR. 5: UKÁZKA STORY MAP ELEPHANT STORY (ELEPHANTSTORY.WCS.ORG)
- OBR. 6: CHATMANOVO SCHÉMA ELEMENTŮ NARATIVNÍHO DISKURZU (SEYMOUR CHATMAN)
- OBR. 7: CHATMANOVO SCHÉMA PŘIZPŮBENO PRVKŮM MAPOVÉHO DISKURZU (LANDAVERDE CORTÉS)
- OBR. 8: ROTHOVA TAXONOMIE ŽÁNŘŮ KARTOGRAFICKÉHO STORYTELLINGU (ROTH)
- OBR. 9: ZÁKLADNÍ SCHÉMATA OBSAHU (LANDAVERDE CORTÉS)
- OBR. 10: FREYTAGOVA A ODVOZENÁ LAURELOVA (DRAMATICKÁ) PYRAMIDA (FREYTAG, LAUREL)
- OBR. 11: DETAIL PRVNÍ OFICIÁLNĚ PUBLIKOVANÉ STORY MAP (ESRI)
- OBR. 12: PLÁNOVANÁ PODPORA ARCGIS STORYMAP A KLASICKÝCH STORY MAP APLIKACÍ OD ESRI (ESRI)
- OBR. 13: PRVNÍ Z KLASICKÝCH ŠABLON STORY MAP TOUR (ESRI)
- OBR. 14: STORY MAP JOURNAL: UKÁZKA Z PŘÍBĚHU O OPUŠTĚNÝCH OSTROVECH (ESRI)
- OBR. 15: ŠABLONA STORY MAP JOURNAL (ESRI)
- OBR. 16: ŠABLONA STORY MAP CASCADE (ESRI)
- OBR. 17: STRUKTURA STORY MAP SERIES (ESRI)
- OBR. 18: UKÁZKA KAPITOLY Z PORTÁLU ČESKÝ HISTORICKÝ ATLAS (TÝM TVŮRCŮ ČHA)
- OBR. 19: STORY MAP SHORTLIST (ESRI)
- OBR. 20: STORY MAP BASIC (ESRI)
- OBR. 21: STORY MAP SWIPE (ESRI)
- OBR. 22: UKÁZKA UPLATNĚNÍ STORY MAP SWIPE (ESRI)
- OBR. 23: VÝVOJ POČTU PUBLIKOVANÝCH STORY MAP V POSLEDNÍCH LETECH (ESRI)
- OBR. 24: ZÁKLADNÍ OBSAHOVÉ ELEMENTY V EDITORU ARCGIS STORYMAPS
- OBR. 25: NABÍDKA MULTIMEDIÁLNÍCH SLOŽEK OBSAHU ARCGIS STORYMAPS
- OBR. 26: MOŽNOSTI USPOŘÁDÁNÍ BLOKU MEDIÁLNÍHO OBSAHU
- OBR. 27: POKROČILÉ FORMY OBSAHU V ARCGIS STORYMAPS
- OBR. 28: ILUSTRACE ERATOSTHENOVY ÚVAHY (TOMÁŠ KOŠUMBERSKÝ)
- OBR. 29: POROVNÁNÍ ANTICKÝCH ÚVAH O ZEMSKÉM OBVODU (JOCHEN ALBRECHT)
- OBR. 30: MACROBIOVA MAPA Z ROKU 1843 (HENRY DAVIS CONSULTING)
- OBR. 31: SKUTEČNÝ A TRANSFORMOVANÝ MODEL T-O MAPY (ROMAN RYCHTERA)
- OBR. 32: UKÁZKA T-O MAPY Z 11. STOLETÍ (HENRY DAVIS CONSULTING)
- OBR. 33: KOPIE JEDNÉ Z BEATOVÝCH MAP (HENRY DAVIS CONSULTING)
- OBR. 34: REPRODUKCE EBSTORFSKÉ MAPY (HENRY DAVIS CONSULTING)
- OBR. 35: DETAIL HEREFORDSKÉ MAPY ([HTTPS://WWW.THEMAPPAMUNDI.CO.UK](https://www.themappamundi.co.uk))
- OBR. 36: DETAIL HEREFORDSKÉ MAPY ([HTTPS://WWW.THEMAPPAMUNDI.CO.UK](https://www.themappamundi.co.uk))
- OBR. 37: PŘÍKLAD PORTOLÁNOVÉ MAPY MIMOEVROPSKÉ PRODUKCE (WIKIPEDIA)
- OBR. 38: DÉLKA KRUHOVÉHO OBLOKU SE MĚNÍ ÚMĚRNĚ S POLOMĚREM (ANGELINI, MAGNAGHI, NORANDO)
- OBR. 39: PLÁNEK ODVOZENÍ ŠÍŘEK JEDNOTLIVÝCH ÚROVNÍ INFERNA (ANGELINI, MAGNAGHI, NORANDO)
- OBR. 40: NÁKRES SPIRÁLOVITÉHO PUTOVÁNÍ DANTA (ANGELINI, MAGNAGHI, NORANDO)
- OBR. 41: PŮVODNÍ MANETTIHO PLÁN DANTOVY CESTY (BROWN UNIVERSITY LIBRARY)
- OBR. 42: VIZUALIZACE MANETTIHO A VELLUTELLOVA MODELU INFERNA (MARK PETERSON)
- OBR. 43: POROVNÁNÍ VELIKOSTI MODELŮ INFERNA VZHLEDEM K POLOKOULI (MARK PETERSON)
- OBR. 44: PLÁN MALEBOLGE DLE VELLUTELLA (ALESSANDRO VELLUTELLO)
- OBR. 45: MAPKA OBRAZU KRUHŮ INFERNA NA ZEMSKÉM POVRCHU (VLASTNÍ TVORBA)
- OBR. 46: FRONTISPIS EDICE KOMEDIE Z ROKU 1595 (BROWN UNIVERSITY LIBRARY)
- OBR. 47: MAPA INFERNA DLE JEDNÉ Z RANÝCH EDIC KOMEDIE (ALDO MANUZIO, ANDREA DI ASOLA, 1515)
- OBR. 48: UKÁZKY DANTEM OVLIVNĚNÉHO DÍLA (PIERFRANCESCO GIAMBULLARI)

- OBR. 49: AMERIGO VESPUCCI A SOUHVĚZDÍ JIŽNÍ KŘÍŽ (BROWN UNIVERSITY LIBRARY)
OBR. 50: JEDNA Z CAETANIHO MAP STRUKTURY INFERNA (MICHELANGELO CAETANI)
OBR. 51: JINÁ Z CAETANIHO MAP (MICHELANGELO CAETANI)
OBR. 52: CAETANIHO VYOBRAZENÍ INFERNA (MICHELANGELO CAETANI)
OBR. 53: GREGORETTIHO VYOBRAZENÍ STRUKTURY INFERNA (FRANCESCO GREGORETTI)
OBR. 54: COLIHO POJETÍ DANTOVA SVĚTA (EDUARDO COLI)
OBR. 55: PŘÍKLAD EDUKATIVNÍHO POJETÍ ZOBRAZENÍ INFERNA (VICENZO RUSSO)
OBR. 56: SADA UNIKÁTNÍCH ZNAKŮ PRO VÝZNAMNÁ MÍSTA MAPY (VLASTNÍ TVORBA)
OBR. 57: DETAIL MAPY SVĚTA (VLASTNÍ TVORBA)
OBR. 58: UKÁZKA ČÁSTI DATABÁZE POSTAV (VLASTNÍ TVORBA)
OBR. 59: DETAIL NASTAVENÍ SYMBOLOGIE POSTAV (VLASTNÍ TVORBA)
OBR. 60: SCHÉMA MODELU V ARCGIS PRO (VLASTNÍ TVORBA)
OBR. 61: VÝŘEZ MAPY PODSVĚTÍ (VLASTNÍ TVORBA)
OBR. 62: UKÁZKA ANOTACÍ V MAPĚ (VLASTNÍ TVORBA)
OBR. 63: POP-UP POSTAVY Z ŘAD HŘÍŠNÍKŮ (VLASTNÍ TVORBA)
OBR. 64: KARTA JEDNÉ Z POSTAV Z KATEGORIE STRÁŽCŮ (VLASTNÍ TVORBA)
OBR. 65: VYSKAKOVACÍ OKNO JEDNOHO Z KRUHŮ (VLASTNÍ TVORBA)
OBR. 66: POP-UP SPECIFICKÉ ČÁSTI PEKELNÉHO KRUHU (VLASTNÍ TVORBA)
OBR. 67: DETAIL ZPRACOVÁNÍ 3D MODELU (CELKOVÝ POHLED NA KUŽEL INFERNA) (VLASTNÍ TVORBA)
OBR. 68: DETAIL PROJEKTU 3D MODELU (VLASTNÍ TVORBA)
OBR. 69: UKÁZKA POSTRANNÍHO PANELU S TEXTEM (VLASTNÍ TVORBA)

Seznam tabulek

- TABULKA 1: NARATIVNÍ STRUKTURY KARTOGRAFICKÉHO STORYTELLINGU (PHILLIPS, 2012)
TABULKA 2: POROVNÁNÍ VYBRANÝCH ASPEKTŮ KLASICKÉ A NOVÉ VERZE APLIKACE (ESRI)
TABULKA 3: VYBRANÉ HODNOTY PARAMETRŮ ZEMĚ V PRŮŘEZU HISTORICKÉHO VÝVOJE (VLASTNÍ TVORBA)
TABULKA 4: PŘEVOD ZEMSKÝCH PARAMETRŮ GALILEOVY DOBY (VLASTNÍ TVORBA)
TABULKA 5: ZÁKLADNÍ STRUKTURA INFERNA (VLASTNÍ TVORBA)
TABULKA 6: PARAMETRY ŽLEBŮ (BOLGIAS) V MALEBOLGE V MÍLÍCH (VLASTNÍ TVORBA)
TABULKA 7: VZDÁLENOST JEDNOTLIVÝCH ÚROVNÍ INFERNA OD STŘEDU ZEMĚ (VLASTNÍ TVORBA)
TABULKA 8: ZÁKLADNÍ STRUKTURA INFERNA (VLASTNÍ TVORBA)
TABULKA 9: PARAMETRY, S NIMIŽ MANETTI URČIL VÝŠKU LUCIFERA (VLASTNÍ TVORBA)
TABULKA 10: ROZMĚRY SEKČÍ NEJSPODNĚJŠÍ ÚROVNĚ INFERNA (VLASTNÍ TVORBA)
TABULKA 11: DETAILNÍ ČLENĚNÍ A PARAMETRY NIŽŠÍCH ÚROVNÍ INFERNA (VLASTNÍ TVORBA)
TABULKA 12: PŘEVOD PARAMETRŮ ZÁKLADNÍHO ČLENĚNÍ INFERNA DLE MANETTIHO (VLASTNÍ TVORBA)
TABULKA 13: PŘEVOD PARAMETRŮ PODROBNÉ STRUKTURY INFERNA DLE MANETTIHO (VLASTNÍ TVORBA)
TABULKA 14: PARAMETRY 9. KRUHU DLE MANETTIHO (VLASTNÍ TVORBA)
TABULKA 15: POROVNÁNÍ VZDÁLENOSTÍ ÚROVNÍ OBOU MODELŮ OD STŘEDU ZEMĚ (VLASTNÍ TVORBA)
TABULKA 16: ZÁKLADNÍ PARAMETRY STRUKTURY INFERNA DLE VELLUTELLA (VLASTNÍ TVORBA)
TABULKA 17: PŘEVOD PARAMETRŮ DETAILNÍ STRUKTURY INFERNA DLE VELLUTELLA (VLASTNÍ TVORBA)