

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Katedra geoinformatiky

**VYUŽITÍ NETRADIČNÍCH METOD PRO
ZNÁZORNĚNÍ TOPOGRAFIE ČESKA**

Bakalářská práce

Josef MYŠKA

Vedoucí práce Mgr. Radek BARVÍŘ Ph.D.

Olomouc 2023

Geoinformatika a kartografie

ANOTACE

Tato bakalářská práce se zaměřuje na využití netradičních metod kartografických vizualizací pro topografická data v kontextu České republiky. V teoretické části práce jsou v rámci odborné rešerše představeny různé přístupy k netradičním vizualizacím a způsoby, jakými mohou být některé z nich použity pro topografická data. Dále jsou v této části rozebrány různé aspekty topografie a topografických map, aby bylo možné lépe porozumět potenciálním aplikacím netradičních metod. Poslední kapitola rešerše se zabývá průzkumem v oblasti netradičních přístupů k mapám a jsou zde stručně popsány některá taková díla. V praktické části práce jsou popsány jednotlivé kroky tvorby a její výsledky, které jsou prezentovány pomocí šesti vizualizačních posterů, které demonstrují použití různých netradičních metod kartografických vizualizací na zvoleném území. Dále jsou k dispozici grafické karty s návodem a automatizační nástroje, které umožňují vytvářet tyto vizualizace. Tyto nástroje by mohly být užitečné pro kartografy, kteří chtějí použít tyto netradiční metody vizualizace pro své vlastní projekty. Výsledky této práce mají potenciál zaujmout širší zájmovou skupinu, tj. nejen kartografy ale i laickou veřejnost, jelikož výstupy lze považovat za zajímavé grafické postery. Avšak vzhledem k tomu, že vizualizace jsou založeny na reálných topografických datech, mohou být rovněž užitečné pro odborníky v oboru.

KLÍČOVÁ SLOVA

netradiční vizualizace; topografie; Česko; automatizační nástroje

Počet stran práce: 47

Počet příloh: 9 (z toho 8 volných a 1 vázaná)

ANOTATION

This bachelor thesis focuses on the use of non-traditional cartographic visualization methods for topographic data in the context of the Czech Republic. In the theoretical part of the thesis, various approaches to non-traditional visualizations and how some of them can be used for topographic data are presented within the framework of expert research. Furthermore, different aspects of topography and topographic maps are discussed in this part to better understand the potential applications of non-traditional methods. The last section of the research deals with research in the field of non-traditional approaches to maps and some such works are briefly described. In the practical part of the thesis, the different steps of production are described, and the results are presented through six visualization posters that demonstrate the application of different non-traditional cartographic visualization methods on the selected territory. In addition, graphic cards with instructions and automation tools are provided to create these visualizations. These tools could be useful for cartographers who want to use these non-traditional visualization methods for their projects. The results of this work have also the potential to be of interest to a wider interest group, not only cartographers but also the general public, as the outputs can be considered as interesting graphical posters. However, since the visualizations are based on real topographic data, they can also be useful for professionals in the field.

KEYWORDS

unconventional visualization; topography; Czech Republic; automation tools

Number of pages: 47

Number of appendixes: 9

Prohlašuji, že

- bakalářskou/diplomovou práci včetně příloh, jsem vypracoval(a) samostatně a uvedl(a) jsem všechny použité podklady a literaturu.

- jsem si vědom(a), že na moji bakalářskou/diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 - využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 - školní dílo,

- beru na vědomí, že Univerzita Palackého v Olomouci (dále UP Olomouc) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou/diplomovou práci užívat (§ 35 odst. 3),

- souhlasím, že údaje o mé bakalářské/diplomové práci budou zveřejněny ve Studijním informačním systému UP,

- v případě zájmu UP Olomouc uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užití výsledky a výstupy mé bakalářské/diplomové práce v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona,

- použít výsledky a výstupy mé bakalářské/diplomové práce nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem UP Olomouc, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly UP Olomouc na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Olomouci dne

Josef Myška

Děkuji vedoucímu práce Mgr. Radku Barvířovi Ph.D. za jeho ochotu, podněty a připomínky při tvorbě této bakalářské práce.

Také bych rád poděkoval mé rodině, přítelkyni a přátelům za neustálou podporu jak při tvorbě této práce, tak i po celou dobu studia.

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Přírodovědecká fakulta
Akademický rok: 2021/2022

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Josef MYŠKA**
Osobní číslo: **R20536**
Studijní program: **B0532A330011 Geoinformatika a kartografie**
Téma práce: **Využití netradičních metod pro znázornění topografie Česka**
Zadávací katedra: **Katedra geoinformatiky**

Zásady pro vypracování

Cílem práce je vyhledat existující či navrhnout vlastní netradiční způsoby vizualizace topografických dat a aplikovat je při tvorbě série tematických map Česka nebo jeho částí. Po provedení rešerše současných trendů v grafice a metodách tematické kartografie se předpokládá tvorba cca 5–10 designově provedených map různých témat (např. vodstvo, lesy, zástavba, terén apod.) využívajících různé metody, které nejsou pro znázornění daných témat běžně využívány. Výsledkem práce bude série vytvořených prototypových map, přehledné karty s návodem, jak tyto metody aplikovat, určeným pro další kartografy. Pokud bude vhodné pro tvorbu některých z použitých metod využít automatizační nástroje zpracování dat, budou tyto přiloženy jako další výstup.

Text práce s vybranými přílohami bude odevzdán ve dvou svázaných výtiscích na sekretariát katedry. Celá práce (text, přílohy, výstupy, zdrojová a vytvořená data) bude zároveň odevzdána v digitální podobě na paměťovém nosiči (např. SD karta, flash disk, DVD). O diplomové práci student vytvoří webovou stránku v souladu s pravidly dostupnými na stránkách katedry. Práce bude zpracována podle zásad dle Voženílek (2002) a závazné šablony pro diplomové práce na KGI. Povinnou přílohou práce bude poster formátu A2.

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

Seznam doporučené literatury:

- [1] FROST, A. (2021). Communicating with Data Visualisation: A Practical Guide. SAGE Publications Ltd. 368 s. ISBN: 9781529743777.
- [2] LIMA, M. (2013). Visual Complexity: Mapping Patterns of Information. Princeton Architectural Press. 272 s. ISBN: 978-1568989365.
- [3] KRAAK, M.-J., ORMELING, F. (2020). Cartography: Visualization of Geospatial Data. Fourth Edition. CRC Press. 261 s. ISBN: 9780429874901.
- [4] VOŽENÍLEK, V. (2002). Diplomové práce z geoinformatiky. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.

Vedoucí bakalářské práce: **Mgr. Radek Barvíř, Ph.D.**
Katedra geoinformatiky

Datum zadání bakalářské práce: 5. května 2022
Termín odevzdání bakalářské práce: 5. května 2023

doc. RNDr. Martin Kubala, Ph.D.
děkan

L.S.



prof. RNDr. Vít Voženílek, CSc.
vedoucí katedry

V Olomouci dne 15. září 2022

OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	10
ÚVOD	11
1 CÍLE PRÁCE	12
2 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY	13
2.1 Topografie	13
2.1.1 Topografické mapy	13
2.2 Netradiční vizualizace dat	14
2.2.1 Relativní výškový model	14
2.2.2 Chernoffovy tváře	15
2.2.3 Glow maps	16
2.2.4 Joy-plot map	17
2.2.5 Geometrický pseudo-3D kartogram	18
2.3 Práce využívající netradiční zpracování dat	19
2.3.1 Tematický atlas Olomouckého kraje v infografickém provedení	19
2.3.2 TypoMap Web service	20
2.3.3 Statistický atlas Olomouce v infografickém provedení	21
3 METODY A POSTUP ZPRACOVÁNÍ	22
4 SPECIFIKACE KONCEPTU TVORBY	24
4.1 Výběr metod	24
4.2 Kompozice karet	25
4.2.1 Přední strana karty	25
4.2.2 Zadní strana karty	26
5 TVORBA VIZUALIZACÍ	28
5.1 Relative Elevation Model	28
5.1.1 Mapa	28
5.1.2 Automatizační nástroj	29
5.2 Shaded Contour Map	30
5.2.1 Mapa	30
5.2.2 Automatizační nástroj	32
5.3 Joy-Plot Art Map	32
5.3.1 Mapa	32
5.3.2 Automatizační nástroj	33
5.4 Street Network Art Map	39
5.4.1 Mapa	39
5.5 Buildings Dots	40
5.5.1 Mapa	40
5.6 Wavy Borders	41
5.6.1 Mapa	41
6 UŽIVATELSKÉ TESTOVÁNÍ	42
6.1 Návrh experimentu	42
6.2 Průběh a implementace výsledků testování	42

7	VÝSLEDKY.....	44
8	DISKUZE	45
9	ZÁVĚR.....	47
	POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE	
	PŘÍLOHY	

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

Zkratka	Význam
CMYK	Cyan Magenta Yellow black
REM	Relative Elevation Model (Relativní výškový model)
SHP	Shapefile
GIS	Geografický Informační Systém
IDW	Inversed Distance Weighting
PNG	Portable Network Graphic
ČR	Česká republika
DEM	Digital Elevation Model
DMR	Digitální Model Terénu
USA	Spojené státy Americké

ÚVOD

Na celém světě se v dnešní době generují miliony bytů dat. Tato data obsahují informace o jakékoli myslitelné věci, avšak při takovém množství dat může být velmi těžké najít orientaci. Tento problém však řeší vizualizace, fungují jako jakýsi průvodce mezi daty, který přináší stručný, srozumitelný a vizuálně působivý pohled na data. V datech jsou skryté informace, které by bez vizualizací nebylo možné zachytit. Když jsou však data prezentována vizualizační metodou, najednou je možné vidět vzory či souvislosti, které by pouze v datové podobě zůstaly skryté. S obrovským množstvím dat však přichází i převratné množství vizualizačních metod. Některé jsou velmi jednoduché, jiné naopak potřebují pro jejich uchopení náležitou rešerši či legendu. Dat je nepřehledné množství, je však možné je kategorizovat. Mohou být např. textová, obrazová, audiovizuální či časová. Další kategorií jsou data geografická, těmi se zabývá tato práce. Konkrétně využívá geografická data o topografii České republiky.

Tradičních vizualizačních metod pro znázornění těchto dat je mnoho. Tato práce však přináší nový vhled do vizualizačních metod a může tak být přínosnou pro výzkum v oblasti netradičních kartografických vizualizací. Práce se zabývá novým pohledem na znázornění topografie v mapách, využívá zcela nové či netradičně využívané metody a přibližuje tak kartografii svérázným způsobem.

Cílem je vyhledat existující, či navrhnout vlastní netradiční způsoby vizualizace topografických dat a aplikovat je při tvorbě. Práce přináší šest designově provedených vizualizací různých částí topografie ČR, při kterých využívá různé metody, které nejsou pro znázornění daných témat běžně využívány. Dále jsou součástí výsledků automatizační nástroje a návody, které mohou pomoci při tvorbě těchto výstupů.

1 CÍLE PRÁCE

Hlavním cílem této bakalářské práce je vyhledat existující, či navrhnout vlastní netradiční způsoby vizualizace topografických dat a aplikovat je při tvorbě série tematických map Česka nebo jeho částí. Také je cílem přiblížit netradiční metody vizualizace dat pro jejich častější používání. Cílovou skupinou této práce by měla být jak široká veřejnost, která výstupy práce může považovat za umělecké, tak i odborníci v oboru, kteří tyto metody mohou použít ve svých pracích. Pro dosažení výsledků je nutné provedení rešerše současných trendů v grafice a metodách tematické kartografie. Dalším záměrem je vytvoření automatizačních nástrojů, které urychlí jednotlivé kroky při vzniku vizualizací, a tak budou užitečné při tvorbě. Úmyslem je také pro tvorbu využívat volně dostupná data, aby potenciální uživatelé této práce, kteří budou stejné metody v budoucnu používat, mohli dosáhnout takových výsledků bez nutnosti placení dat, získávání licencí atd. Výsledkem by mělo být šest designově provedených vizualizací různých témat, jako např. vodstvo, lesy, zástavba, terén apod., využívajících různé metody, které nejsou pro znázornění daných témat běžně využívány. Dále šest grafických návodů, jak tyto vizualizace tvořit a tři automatizační nástroje pro urychlení tvorby.

Teoretické cíle

- Odborná rešerše
- Stanovení jednotlivých částí topologie ČR
- Výběr vhodných metod
- Návrh jednotného grafického designu

Praktické cíle

- Tvorba vizualizací
- Tvorba karet s návody
- Tvorba automatizačních nástrojů
- Tvorba grafického designu

2 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

Rešerše obsahuje témata zaměřená na řešení této bakalářské práce. Je rozdělena do tří hlavních kapitol s dílčími podkapitolami. Obsahem první kapitoly je přiblížení topografie a možnost její aplikace. Druhá kapitola se zabývá netradičními metodami vizualizace dat. Poslední, třetí kapitola popisuje díla, která jsou pro své zpracování nebo použité metody netradiční.

2.1 Topografie

Topografie je věda o povrchu Země a jeho reliéfu. Zkoumá geometrické vlastnosti povrchu jako jsou kopce, údolí, řeky a jezera. Topografie se také zabývá studiem geologických vlastností povrchu jako jsou horniny a sesuvy půd. Ve zvoleném území také popisuje zájmové lokality, především lidská sídla, jejich rozložení a velikost. Vymezení území je v tomto oboru jedním z klíčových prvků, určuje rozsah práce a výpočetní náročnost. Může se jednat o plochu států, regionů i menších topografických celků jako kraje, okresy, města či části obcí. První zmínky o topografii pochází ze starověkého Řecka, odkud pramení i název, který vznikl spojením slov *topos*, tedy místo, a *grafein*, tedy psát. Topografie úzce souvisí s mnoha dalšími obory jako je kartografie, geodézie a v posledních desetiletích i GIS. Spolupráce mezi topografy a odborníky z jiných oblastí je klíčová pro plné pochopení povrchu Země a jeho vlivu na život. Kartografie se zabývá zakreslováním topografických prvků, a to buď prostřednictvím topografických či obecně zeměpisných map, anebo ve formě topografického podkladu map tematických. S pomocí nástrojů geodézie a GIS dochází ke zpřesnění topografických metod, které slouží k zachycení a popisu nejdůležitějších objektů ve vymezeném území. Výsledky práce jsou prezentovány buď formou textových prací, map, nebo statistickými metodami (Sviták, 2014). Topografie determinuje historický, politický a kulturní vývoj v dané lokalitě a čase.

2.1.1 Topografické mapy

Topografické mapy jsou kartografický produkt, který se používá k zobrazení reliéfu, výškopisu, polohopisu a popisu. Tyto mapy zobrazují výškové rozdíly jako jsou kopce a údolí, stejně jako různé typy půdy a hornin. Topografické mapy jsou užitečné pro různé účely jako např. strategický výzkum a plánování využití území, průzkum krajiny, nebo jako podkladové mapy v kartografii. Mezi topografické mapy patří většina státních mapových děl středních měřítek, tedy 1 : 10 000 až 1 : 200 000. Mají jednotný klad a značení mapových listů. Produkce dat pro jejich tvorbu je zhotovována vojenskou či civilní zeměměřičskou službou. Topografické mapování probíhá pomocí moderních metod geodetické a výpočetní techniky. Z kartografického hlediska představují topografické mapy obsahově ucelené mapové dílo, které podrobně zobrazuje polohopis, výškopis a popis. Polohopisem jsou znázorněna sídla, komunikace, vodstvo, hranice správních jednotek, hranice chráněných území, porost a povrch. Předmětem výškopisu je terénní reliéf zobrazovaný různými metodami, obvykle však vrstevnicemi. Popis se využívá ke značení objektů v mapě, popisu kót a pro rámové a mimo rámové údaje. Dále jsou topografické mapy doplňovány rovinnou pravoúhlou souřadnicovou nebo zeměpisnou sítí (Tyrner, 1999). Mezi topografické mapy patří i Základní mapa České republiky 1 : 100 000, viz obrázek 1.



Obr. 1 Ukázka topografické mapy, Základní mapa České republiky 1 : 100 000
(zdroj: <https://ags.cuzk.cz/geoprohlizec/>)

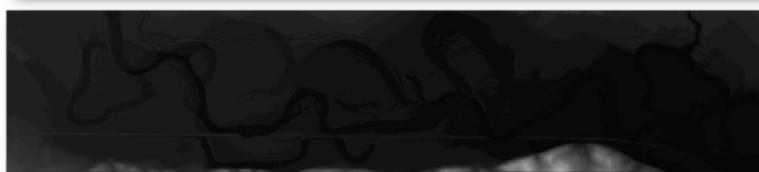
2.2 Netradiční vizualizace dat

2.2.1 Relativní výškový model

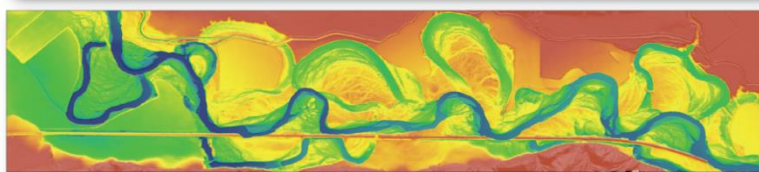
Relativní výškový model terénu (anglicky Relative Elevation Model, zkratka REM), nazývaný též jako model výšky nad řekou, je rastr normalizovaný na nadmořskou výšku koryta řeky vytvořením „*detrendovaného DMR*“ (digitální model reliéfu, angl. DEM) a jeho odečtením od DMR holé země. *Detrendovaným DMR* se rozumí digitální model reliéfu vzniklý interpolací bodů na hladině vybraného vodního toku nebo plochy. Tato metoda je využívána pro netradiční vizualizace fluvialních tvarů terénu především v místech, kde je terén těžko rozeznatelný z leteckého snímku, případně přímo z DMR, viz obrázek 2. V USA se pro tuto metodu využívají tzv. letecké snímky *NAIP (National Agriculture Imagery Program)*, tedy snímky pořízené během zemědělského vegetačního období pro ještě výstižnější zobrazení krajiny (Relative Elevation Models, 2022).



NAIP Imagery



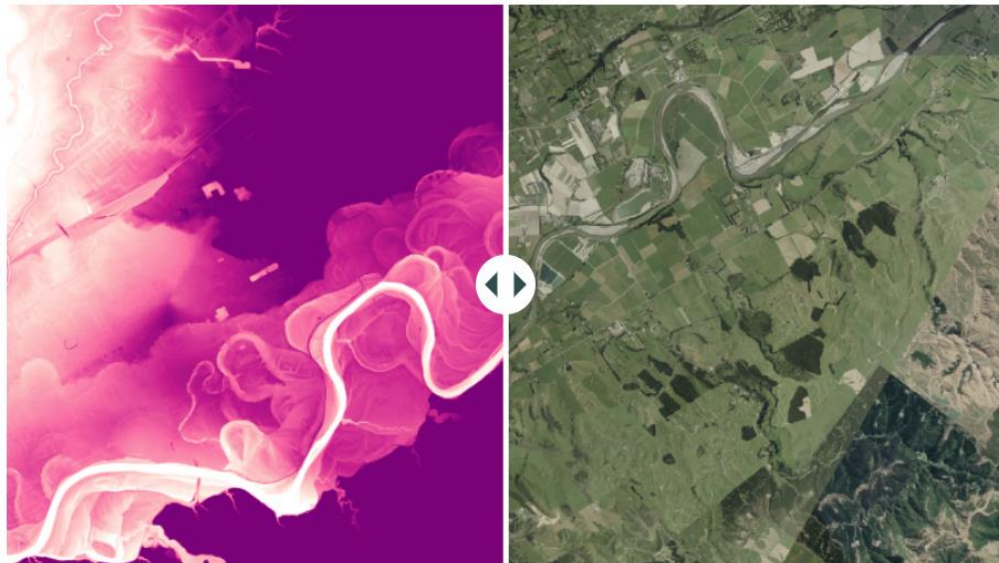
Digital Elevation Model



Relative Elevation Model

Obr. 2 Ukázka rozdílu NAIP, DMR a REM
(zdroj: <https://storymaps.arcgis.com/stories>)

REM může snadno dodat estetický až umělecký vzhled říčním systémům zachyceným pomocí systému pro vznik DMR, například *LIDAR (Light Detection And Ranging/ Detekce a měření paprsku světla)*. Avšak vzhledem k povaze interpolačních metod by tato vizualizace měla být použita spíše za účelem vizuální pomůcky či grafického díla, viz. obrázek 3.



Obr. 3 Ukázka REM na řece Manawatu
(zdroj: <https://storymaps.arcgis.com/stories>)

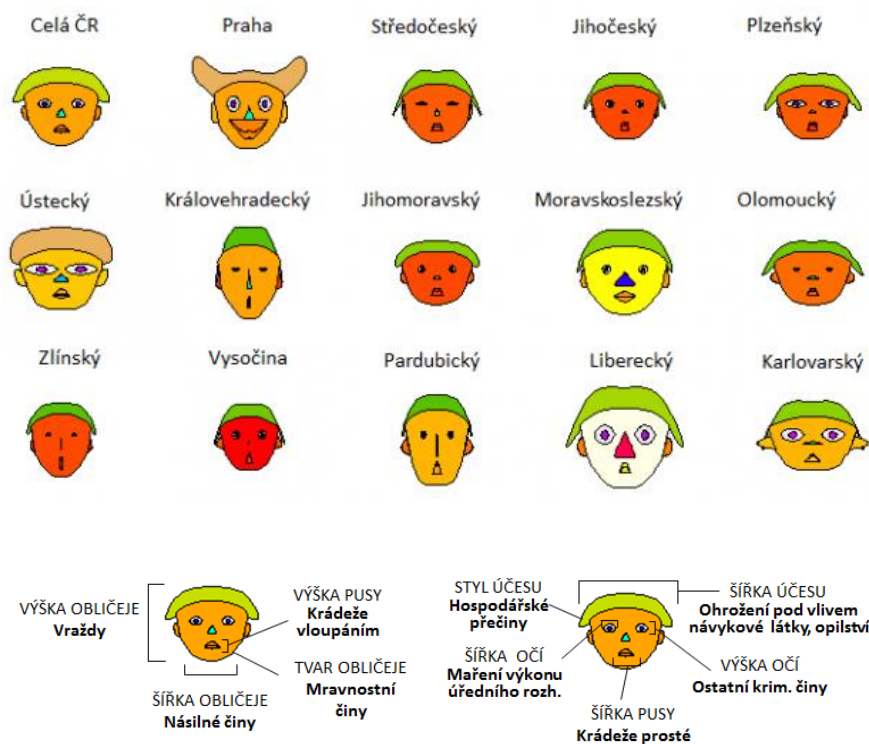
V praxi se tato metoda využívá v momentě, kdy se po proudu řeky rapidně snižuje nadmořská výška a není proto možné využít konvenční DMR, protože pouze první část řeky by měla rozpoznatelné informace. V momentě, kdy je výškový rozdíl příliš velký, barevná vizualizace ztrácí význam. Avšak při využití metody REM je nadmořská výška hladiny řeky nastavena jako nulový výchozí bod, tedy 0 metrů nad hladinou řeky. Řeka se tak stává plochou, od které je nivní oblast řeky v relativní nadmořské výšce, tím je možné barevně zachytit i drobné výškové rozdíly reliéfu. Body na začátku a na konci toku řeky je tak možné porovnat (Toitū Te Whenua Land Information, 2021).

2.2.2 Chernoffovy tváře

Jedná se o metodu vytvořenou v roce 1973 statistikem Hermanem Chernoffem, která je určena pro znázornění vícerozměrných dat. Tato metoda využívá tzv. symbolické bodové znaky. Pomocí kreslených obličejů lze v mapě vizualizovat až 18 různých proměnných. Podle Chernoffa (1973) má lidský mozek schopnost rozpoznávat i ty nejmenší rozdíly ve výrazu tváře, je pro něho jednoduché si tyto změny pamatovat, aplikovat je, či je porovnávat mezi sebou (Raciborski, 2009). Při použití této metody, nejčastěji pro znázornění charakteristik, modifikujeme tyto parametry:

- pozici očí
- velikost očí
- tvar hlavy
- délku nosu
- šířku nosu
- zakřivení úst
- šířku rtů
- otevřenost úst
- velikost zornice
- tvar očí
- sklon obočí

Podle těchto parametrů znaku lze odlišovat jednotlivé vlastnosti objektů a jevů (StatSoft, 2013).



Obr. 4 Ukázka metody Chernoffových tváří aplikovaná na kraje ČR
(zdroj: <https://www.stemmark.cz>)

Na obrázku 4 lze devět proměnných bez problému rozlišit a číst je. Na příkladu Prahy lze pozorovat zcela atypický styl vlasů, výšku očí a další aspekty, které jednoznačně odlišují tento kraj od jiných.

2.2.3 Glow maps

Tato barevná vizualizace je speciálním případem metody intenzivních barev. Již z názvu lze odvodit výsledný vzhled mapy, který připomíná světlušky, anglicky *firefly*. I proto je tato metoda občasně nazývána termínem *Firefly Cartography*. Tyto tematické mapy znázorňují prvky v mapě pomocí bodů. Parametry tohoto znaku ale nejsou stejné jako v konzervativní kartografii. Body jsou reprezentovány malými osvětlenými kruhy, přičemž jas a barva každého kruhu představují různé hodnoty nebo atributy dat. Podle Nelsona tyto parametry znaku zvyšují pozornost ve čtení mapy, a proto je vizualizace i skvělou učební metodou. Bývá aplikována při prezentacích kartografie na středních školách nebo při akcích sloužících k popularizaci kartografie pro laickou veřejnost. Důvodů, proč je tato vizualizace mezi veřejností tak populární, je podle Nelsona několik:

- **Filmový efekt**

Tento druh map bývá často používán filmovými produkcemi. Objevuje se ve filmech nebo seriálech na monitorech hackerů, ve vojenských velitelstvích či na odděleních kriminologie. I tento faktor je proto důvodem, proč laiky láká tyto mapy tvořit.

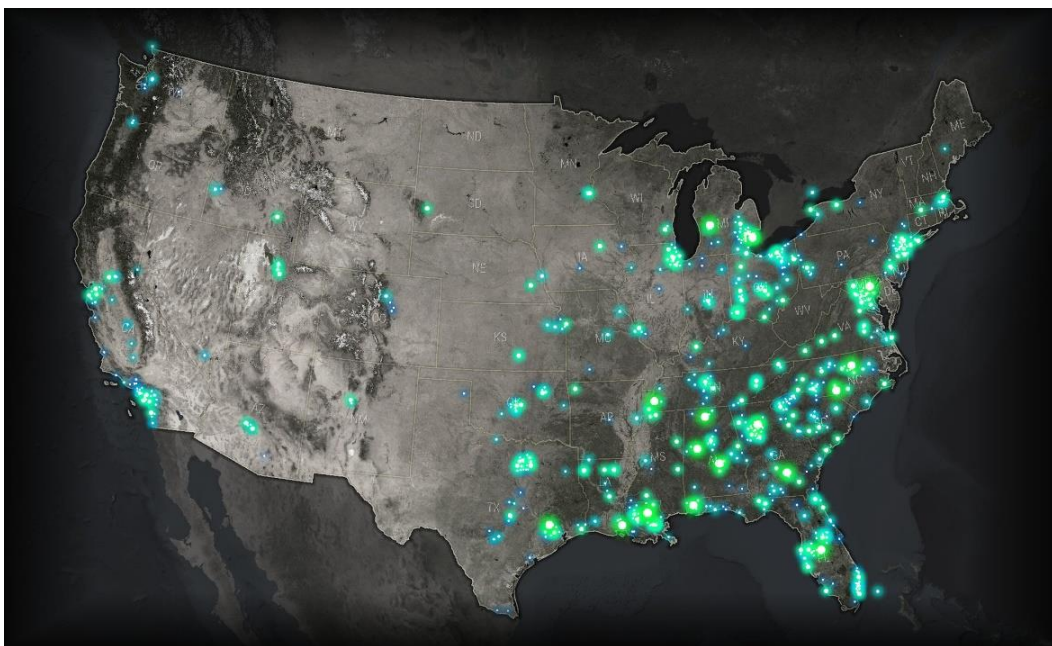
- **Jasnost těchto map**

Pro lidi bez kartografického vzdělání bývá velká část map těžko interpretovatelná. To velmi často snižuje nadšení čtenářů k rozklíčování takových map a tím klesá i jejich popularita.

- **Samotný fakt, že mapa „svítí“**

Nelson přirovnává mapu ke světelnému meči. Tato svítící tematická mapa je k tradiční tematické mapě jako světelný meč k obyčejnému, poutá pozornost a těší se větší popularitě. Tematické vrstvy, které vypadají jako žhavé uhlíky nebo plazma, jsou pro lidské oko velkým poutačem.

Hlavním účelem této metody je přitáhnout ke kartografii pozornost co nejširší veřejnosti a ukázat tak, že mezi kartografická díla nepatří jen školní atlasy a mapy z displejů navigací, ale může jít i o estetická díla, viz obrázek 5 (Nelson, 2016).

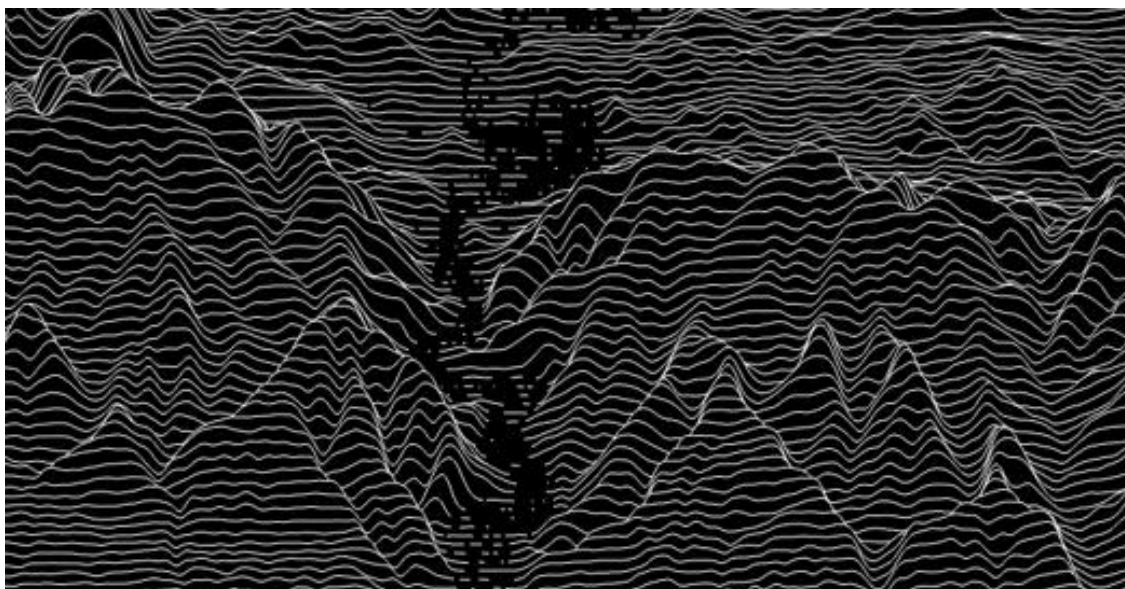


Obr. 5 Glow map USA, ukázka vizualizace

(zdroj: <https://adventuresinmapping.files.wordpress.com>)

2.2.4 Joy-plot map

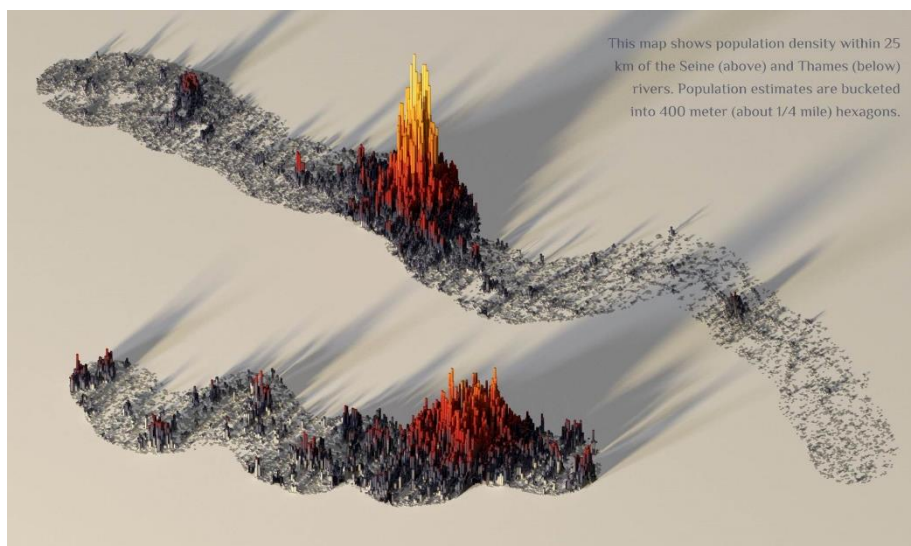
Joy-plot map je datová vizualizace, která zajímavým a efektním způsobem znázorňuje data, nejčastěji výškopis, pomocí linií. Tato metoda vznikla díky grafice obalu desky *Unknown Pleasures* kapely *Joy Division*, kterou navrhl *Peter Savill*. Odtud i její název Joy-plot map. Původně měla tato vizualizace připomínat rádiové vlny, následně se ve vědě začala grafika využívat pro hřebenové grafy a v průběhu let se přetvořila až v jednu z metod znázornění výškopisu. To ale není jediné téma, pro které lze tuto metodu používat. S její pomocí je možné znázorňovat i socioekonomická data, například hustotu obyvatelstva. Metoda díky své jednoduchosti nabízí také velkou spoustu modulací a může sloužit i jako estetické dílo. Konceptně lze takovou mapu vytvořit pomocí vrstevnic nebo DMR. Profil se sestojí vynesemím polohy vrstevnic podél linie a následnou interpolací křivky mezi vrstevnicemi. Křivky jsou s informacemi o výšce přeneseny do 3D prostoru, kde jsou natočeny tak, aby byl znázorněn profil, viz obrázek 6 (Field, 2018).



Obr. 6 Údolí Arun v národním parku South Downs jako ukázka metody Joy-plot Map
(zdroj: <https://googlemapsmania.blogspot.com>)

2.2.5 Geometrický pseudo-3D kartogram

Geometrický pseudo-3D kartogram je typ kartografické reprezentace dat, který zobrazuje geografické informace v prostorovém vizuálním stylu, aniž by byly použity skutečné 3D modely. Místo toho se používají geometrické tvary (například kvádry), které 3D prostor simulují. Například na obrázku 7 je metoda použita za účelem jednoduchého a jasného podání informace o hustotě zalidnění podél řek. Datový analytik Spencer Schien (Senior manager of Data and Analysis) poprvé použil tuto metodu v průběžných sériích map hustoty zalidnění ve státech USA. Při své práci spolupracoval s neziskovými a nevládními organizacemi, i proto není pro metodu nutné využití komerčních nástrojů. Vizualizace byla vytvořena pomocí programovacího jazyka R s využitím nástroje *Rayshader*, což je balíček s otevřeným zdrojovým kódem pro vytváření 2D a 3D vizualizací dat v jazyce R. Pro sestavování map Schien využívá datové sady *Kontur Population*, veřejně přístupné sady, které obsahují data o globální populaci. Tato data jsou ze zdrojů *Global Human Settlement Layer* nebo *Building Footprints* od společností *Microsoft* a *Facebook*. Statistické informace o konkrétních regionech pak převádí do vysoce kontrastních map. Čím hustěji je oblast osídlena, tím vyšší jsou sloupce. Následná úprava těchto 3D map v grafických softwarech vytváří velmi pěkné a neobvyklé výstupy (Schien, 2022).

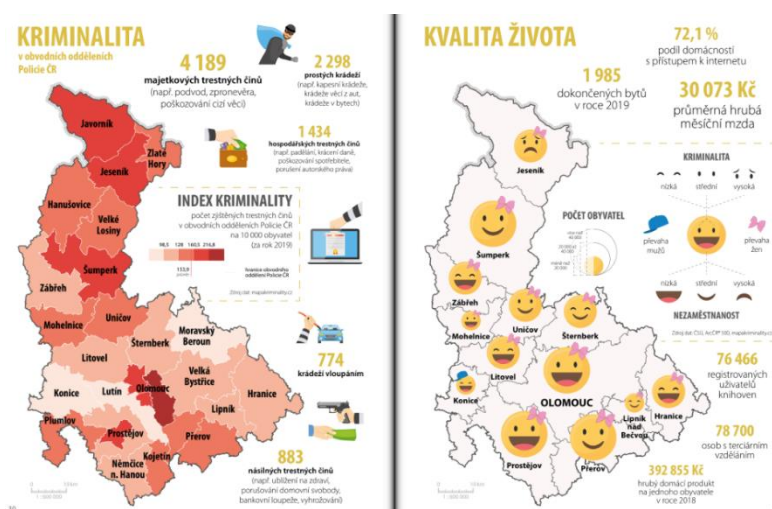


Obr. 7 Ukázka vizualizace na evropských řekách Seině a Temži
(zdroj: <https://spencerschien.info>)

2.3 Práce využívající netradiční zpracování dat

2.3.1 Tematický atlas Olomouckého kraje v infografickém provedení

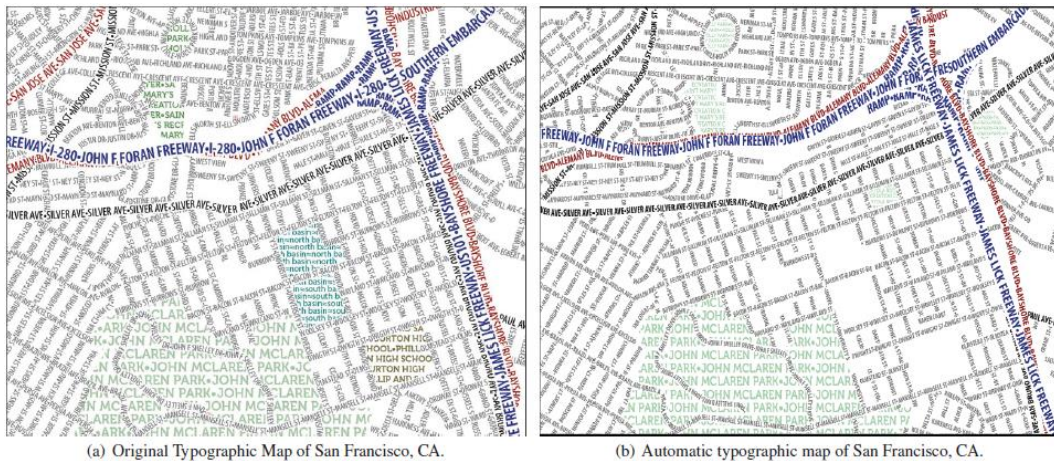
Cílem této bakalářské práce byla tvorba tematického atlasu Olomouckého kraje s důrazem na využití moderních grafických vizualizací a pojetí prezentace dat v infografickém provedení. Tato práce využívá volně dostupných geodat z Českého statistického úřadu a data z Oddělení územního plánování Olomouckého kraje. (Geodata jsou geografická, geoprostorová a podobná data s implicitním nebo explicitním vztahem k místu na Zemi.) Největší důraz byl kladen na grafické zpracování a design. Využívá nových moderních metod pro znázornění grafů i map. Pro mapy byly použity metody tematické kartografie; metoda bodových, liniových a plošných znaků; metoda kartogramu, kartodiagramu nebo izoliníí. V atlasu byla dále každá stránka doplněna o další informace pomocí moderních infografik. Velký důraz byl také kladen na nadstavbové kompoziční prvky viz obrázek 8 (Žejdlík, 2020).



Obr. 8 Ukázka z atlasu (zdroj: www.geoinformatics.upol.cz)

2.3.2 TypoMap Web service

Jedná se o automatizovanou prostorovou vizualizaci topografických objektů pomocí textu. Výstupem práce je webová služba, která prostorově upravuje soubory z projektu *OpenStreetMap* pomocí metody automatického vytváření typografických map. Ta spojením textu a prostorových dat tvoří vizuální reprezentace, kde je grafickým prvkem právě samotný text. Metoda může být použita pro vizualizaci dat jako jsou např. hustota dopravy, míra kriminality nebo demografické údaje. Technika zpracovává vektorovou reprezentaci geografické mapy a zobrazuje ji formou liniových a plošných alfanumerických znaků na základě uživatelem definovaných vizuálních atributů. Jedním z nejdůležitějších prvků projektu je automatizace vizualizace. Typografické mapy publikuje například i firma *Axis Maps*. Nejde však o automatický proces vytváření map, ale o dlouhodobou kartografickou práci. Afzal přiznává, že jejich mapové výstupy jsou jednodušší a nejsou tak graficky pěkné jako výstupy firmy *Axis Maps* (obrázek 9). Avšak zdůrazňuje, že jejich automatický nástroj vytvoří mapu (b) za 3 vteřiny, zatímco mapa firmy *Axis* (a) je tvořena ručně i několik týdnů. Dále upozorňuje, že služba generuje mapu ve formátu SVG, je tedy možné ji poté upravit v grafických softwarech (Afzal, 2012).



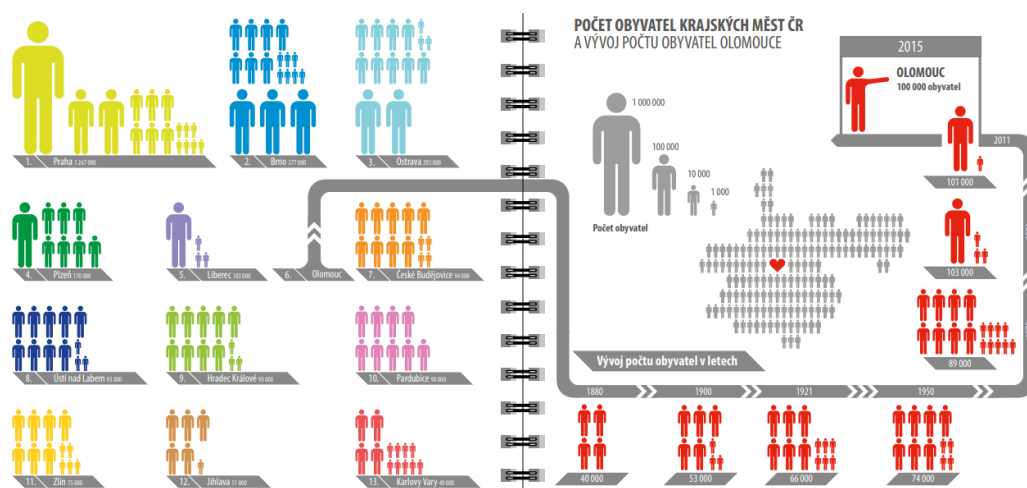
Obř. 9 Porovnání výstupů od *Axis Maps* (vlevo) a *TypoMap* (vpravo)

(zdroj: Afzal Et Al: Spatial Text Visualization Using Automatic Typographic Maps)

Webová služba vznikla za účelem rychlého generování netradičních vizualizací prostorových dat a pro prezentační účely funguje velmi dobře.

2.3.3 Statistický atlas Olomouce v infografickém provedení

Výstupem této práce byl Statistický atlas Olomouce v infografickém provedení, který byl vytvořen jak ve webové, tak v analogové verzi. Při práci bylo využito mnoha zahraničních zdrojů ke vzniku nových infografických metod. Vzhled atlasu velmi ovlivnila *IPR Praha* (Institut plánování a rozvoje hlavního města Prahy). Data pro práci byla poskytnuta *Magistrátem města Olomouc*, *Katedrou geoinformatiky Univerzity Palackého v Olomouci*, ČSÚ, rovněž byla použita volně dostupná geodata. Podle Porteše bylo nejtěžší částí práce grafické zpracování jednotlivých kapitol, ve kterých využívá statistických metod vizualizace a moderních vizualizací pomocí infografiky. V této práci bylo často uvažováno, zdali může infografika za účelem estetiky zanedbat některá pravidla kartografie (Porteš, 2017).



Obr. 10 Ukázka z atlasu (zdroj: www.geoinformatics.upol.cz)

3 METODY A POSTUP ZPRACOVÁNÍ

Na základě rešerše netradičních metod pro zpracování dat a na základě informací a znalostí získaných během studia byly stanoveny metody, data, programy a způsoby zpracování pro tuto práci. V této kapitole jsou ve stručnosti tyto body popsány.

Již existující metody byly interpretovány a v některých případech i upraveny na základě autorského uvážení nebo po konzultaci s vedoucím práce. Jako zdroje topografických dat byly použity volně dostupné datové sady.

Použité metody

Pro tvorbu vizualizací bylo zvoleno několik netradičních metod. Ty byly interpretovány a vizualizovány na základě poznatků z rešerše, vlastních odborných zkušeností a konzultací s vedoucím práce. První vytvořenou metodou byl Relativní výškový model (REM). Jedná se o vizualizaci používanou především pro oblasti řek. Metoda zřetelně, relativně k povrchu, vykresluje říční koryto. Jako druhá byla zpracována Street Network Map metoda pro vizualizaci komunikací ve městě. Následně byly vytvořeny další čtyři interpretace metod pro znázornění topografie a to: Shaded Contour Map pro terén, Wavy Borders pro lesy, Buildings Dots pro budovy a Joy-plot Map pro terén. Pro účely této práce byly metody vždy ještě barevně a graficky upraveny tak, aby mohly topografii Česka prezentovat jako „umělecké dílo“. Vizualizace byly také do určité míry zautomatizovány pomocí modelů pro vizuální programovací nástroj *Model Builder* a skriptu v rozhraní *Arc Toolbox* pro software *ArcGIS Pro* od firmy *Esri*. Skript byl psán v jazyce Python s využitím knihoven *Arcpy* a *Pandas*.

Použitá data

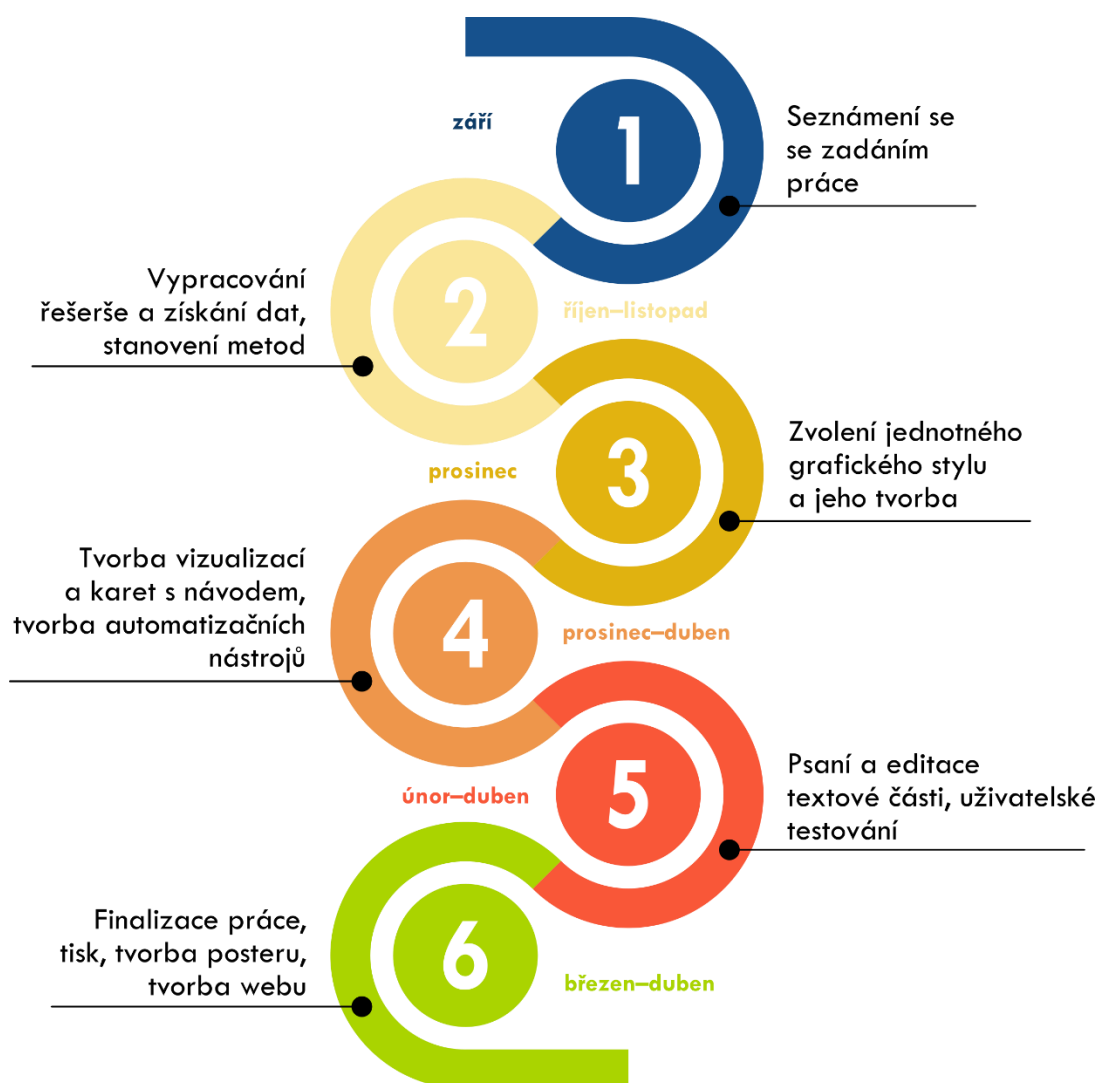
Pro tuto práci byla použita jak rastrová, tak vektorová data pro území České republiky. Jako zdroj vektorových dat byly použity vrstvy z databáze *OpenStreetMap*. Tato data byla získána pomocí pluginu *QuickOSM* v softwaru *QGIS*. Použity byly vrstvy komunikací a budov, které byly před použitím generalizovány a třizeny z původní kategorizace od databáze *OSM*. Data byla vyexportována ve formátu SHP, po importu do softwaru *ArcGIS Pro* byla převedena do formátu GDB. Jako další zdroj vektorových dat byla použita datová sada *ArcČR 500 v 3.3* od společnosti *ARCDATA Praha* (©ArcČR, ARCDATA PRAHA, ZÚ, ČSÚ, 2016). Jako rastrový zdroj dat byla použita data *SRTM* od společnosti *USGS (United States Geological Survey)*, která byla získána na portálu *EarthExplorer*.

Použité programy

Na vytváření mapových vizualizací byl využit software *ArcGIS Pro 3.1.0* od společnosti *Esri*, ve kterém byla veškerá data zpracována. Dále zde byl upravován znakový klíč a grafika dílčích částí topografie. V tomto programu také probíhala tvorba automatizačních modelů a testování skriptu v rozhraní *Model Builder* a *ArcToolbox*. Pro vytváření výsledných posterů a karet s návody byl použit grafický software *Inkscape 1.2.2*. Skript byl napsán v programech *PyScripter 4.2.5* (částečně) a *PyCharm 2020.3.5*. Pro získání vektorových dat z *OSM* bylo využito softwaru *QGIS 3.30*. Textová část byla sepsána a editována v programu *Microsoft Word*, který je poskytován v balíku *Microsoft Office 365* od společnosti *Microsoft*. Tvorba webových stránek pro prezentaci bakalářské práce probíhala v programu *Notepad++ v7.9.5*.

Postup zpracování

Postup zpracování je schematicky přiblížen na obrázku 11. Jako první bylo nutné provést odbornou rešerši pro seznámení se s hlavními tématy práce. Mezi ně patřilo téma topografie a topografických map, dále tvorba a využití netradičních metod pro zpracování dat. Nechybělo ani studium děl, která se zabývají podobnou problematikou jako tato bakalářka práce. Na základě rešerše pak byly zvoleny konkrétní metody vizualizace pro tuto práci. Následujícím krokem bylo získání a ucelení si datových sad pro práci. Poté následovala časově nejnáročnější práce, a to samotná praktická tvorba posterů s metodami a karet pro jejich vytváření. K metodám byly postupně přidružovány také automatizační nástroje, které mají za cíl zautomatizovat a ulehčit tvorbu takovýchto vizualizací dalším kartografům. Mapy byly tvořeny v GIS softwarech a následně graficky dodělávány v DTP programu. Během praktické tvorby se postupně začala tvořit textová část práce. Pro zjištění pochopitelnosti postupu tvorby mapy bylo také provedeno uživatelské testování karet s návody. Na závěr byla provedena typografická korektura textu a předtisková příprava posterů a karet. Byl vytvořen rovněž propagační poster práce a její webová stránka.



Obr. 11 Postup práce

4 SPECIFIKACE KONCEPTU TVORBY

Tato kapitola pojednává o návrhu tvorby jednotlivých kroků bakalářské práce. První podkapitola popisuje proces výběru metod pro práci, zdůvodňuje jejich výběr a přidává možnosti jejich využití. Druhá podkapitola popisuje navržení jednotného grafického stylu reprezentačních karet, kompozici těchto karet a postup vytváření návodů pro jejich tvorbu.

4.1 Výběr metod

Po vypracování rešerše a konzultacích s vedoucím práce bylo vybráno šest netradičních metod pro vizualizace jednotlivých částí topografie České republiky. Tyto metody zahrnují různé techniky vizualizace dat a byly přizpůsobeny specifickým charakteristikám jednotlivých částí topografie. Volba metod byla založena na průzkumu odborné literatury, blogů autorů, které se zaměřují na netradiční design, a na vlastní autorské tvůrčí činnosti při vytváření zcela nových metod vizualizace. Cílem bylo obsáhnout co nejvíce částí topografie Česka. Metody tedy byly stanoveny pro znázornění řek, budov, komunikací, lesů a reliéfu.

Jako první vizualizace byla vytvořena metoda pro znázornění silniční sítě, tzv. metoda **Street Network Art Map**. Spočívá v prezentaci struktury města pomocí linií reprezentujících silnice. Metoda má spíše umělecký charakter, silnice nejsou nijak značené, neobsahují žádné popisky a výstup je tvořen s důrazem na design. Svou podstatou však vystihuje strukturu města s přesností použitých dat bez žádného topologického znehodnocení. Může tak být využita například k reklamním nebo marketingovým účelům reprezentace měst.

Druhou stanovenou vizualizací byl **REM (Relative Elevation Model)**. Tato metoda byla vybrána pro prezentaci řek. REM je metoda pro znázornění a modelování změn terénu v různých oblastech jako jsou například povodí řek. Netradičně lze REM použít také k vytvoření modelu terénu, na který lze aplikovat různé grafické efekty. Tímto způsobem lze vytvořit abstraktní a esteticky přitažlivé vizuální dílo.

Další vybranou metodou byla vizualizace **Shaded Contour Map**. Ta netradičním způsobem znázorňuje terén pomocí vrstevnic na principu stínovaného reliéfu. Kromě atributu nadmořské výšky jsou do vrstevnic zahrnuty i informace o osvětlení svahu, na kterém se dané vrstevnice nacházejí. Je tak možné vrstevnicemi znázornit plasticitu terénu. Díky atraktivnímu zobrazení terénu může být využita například v oblasti turistických map a průvodců.

Jako druhá metoda pro znázornění terénu byla vybrána vizualizace **Joy-Plot Art Map**. Ta velmi neobvykle znázorňuje terén pomocí struktury rovnoběžných linií. Do lomových bodů linií jsou z digitálního modelu reliéfu nahrány informace o nadmořské výšce. Po přenesení těchto linií do 3D scény jsou na ose Z znázorněny změny ve výšce terénu. Metoda se běžně používá pro prezentaci časových dat, avšak při implementaci metody na terén může být dobrým netradičním přístupem pro jeho znázornění.

Následující dvě metody jsou originálním dílem autora a vedoucího práce. První z nich je metoda **Buildings Dots**, ta znázorňuje městskou zástavbu z výšky. Druhá, **Wavy Borders**, znázorňuje jevy, které nemají přesně stanovenou hranici území.

Buildings Dots je vizualizace, která znázorňuje přibližnou strukturu městské zástavby pomocí speciální metody teček. Každý bodový znak na mapě prezentuje blok budovy. Je tak možné, si pomocí této metody nezvykle znázornit strukturu města z výšky. I v případě této práce byla metoda vytvořena pro prezentaci sídel.

Wavy Borders je vizualizace, která znázorňuje nepravidelnost hranic u plošných znaků v mapě. V této práci je použita pro znázornění lesů. Ukazuje tak nemožnost zcela přesného stanovení hranice lesa za základě jeho podstaty. Metodu je však možné použít i na jiné jevy, jako je například břehová linie moře a další.

4.2 Kompozice karet

Veškeré šablony, popisy, vizualizace, návody a další jsou originálním dílem autora této práce, jedná se tedy o autorskou tvorbu. Jediným vloženým prvkem je logo katedry geoinformatiky. Designové karty jsou hlavními přílohami této bakalářské práce (přílohy 1–6). Jsou to oboustranně tištěné karty ve formátu A3. Z jedné strany je vždy ukázka výstupu použité metody, z druhé strany je graficky zpracovaný stručný návod pro tvorbu na základě této metody. Karet je šest, pro každou vizualizaci jedna, a jsou vytvořeny jako tematická série jednotného stylu.

Na začátku byla vytvořena graficky jednotná šablona, která byla použita pro každou vizualizaci, pouze s drobnou barevnou obměnou. Šablona pro výstupy metod byla vytvořena na základě jednoduchých geometrických tvarů, účelem bylo ponechat design jednoduchý, aby nejdominantnějším prvkem karty byla vždy vizualizace metody. Zároveň však bylo záměrem mít v tomto díle, v rámci designu, i nějaký osobitý otisk.

4.2.1 Přední strana karty

Šablona má dvě části. První je část (horní), která slouží pro nadpis díla a pro vytyčení části ČR, na které je metoda použita, viz obrázek 12. Tato část šablony má v rámci každé karty jinou barevnou kombinaci, avšak vždy pouze ve stupních šedi. Tento výběr barev umožňuje snadnou kombinaci šablony s barevnými výstupy, které jsou použity pro jednotlivé metody. Každá z nich má v rámci této práce jinou barvu, bylo tedy nutné mít šablonu neutrální. Tato část šablony se nachází vždy v levém horním rohu karty.



Obr. 12 Ukázka horní části šablony

Druhá část šablony (spodní) je barevně opět tvořena v odstínech šedi. Nachází se vždy v pravém dolním rohu a její součástí je tiráž díla, viz obrázek 13.

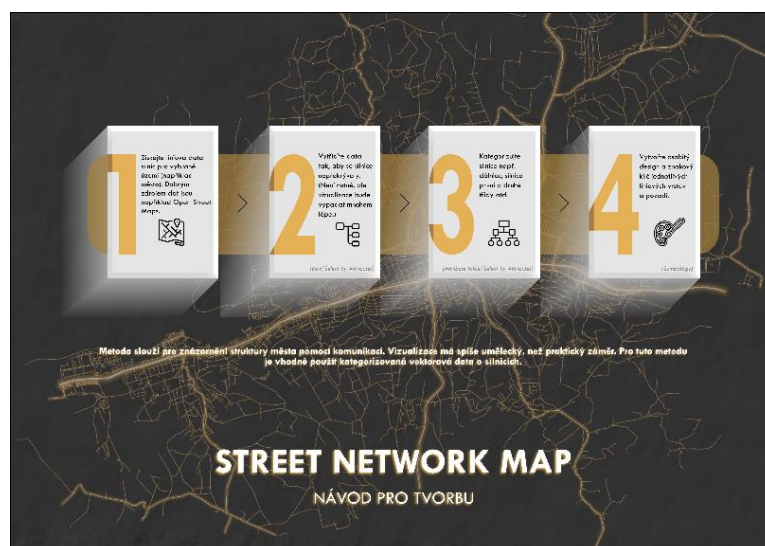


Obr. 13 Ukázka spodní části šablony

V tiráži je uvedeno jméno autora, název univerzity a katedry, pod kterou bakalářská práce vzniká, dále logo katedry geoinformatiky a místo a rok vydání. Hlavním prvkem karty je samotná vizualizace, která se nachází ve středu karty, viz přílohy 1–6.

4.2.2 Zadní strana karty

Tato strana obsahuje návod pro tvorbu. Opět byla vytvořena šablona, která se podle náročnosti návodu obměňovala v rámci jednotlivých metod. Tato strana je rozdělena na čtyři dílčí části. Hlavní část, tj. samotný grafický návod, je tvořena sadou obdélníkových „okének“. Tato okénka vždy obsahují číslo kroku, tedy pořadí postupu práce. Dále popis toho, co v tomto kroku dělat, a ve většině případů i ilustrační ikonu. Každé okénko má vytvořený výrazný stín a je barevně kombinováno s barvou použitou pro výstup vizualizace. Všechny kroky jsou podtrženy barevným pruhem, opět dle barevné souvislosti. Tato sada okének s návodem se nachází ve středu karty a je dominantním prvkem celé kompozice. Druhou částí karty je nadpis, který se nachází ve středu dolní části a obsahuje název dané metody. Třetí částí je stručný popis toho, jak tuto metodu používat a k čemu může sloužit. Tato část se na základě náročnosti návodu nachází buď pod okénky, nebo ve středu mezi nimi. Celou kartu doplňuje čtvrtá část – pozadí. Na něm můžeme vidět náhled výstupu metody, avšak barevně potlačený tak, aby hlavním prvkem této strany byl návod, viz obrázek 14.



Obr. 14 Ukázka karty s návodem

U metod, kterým byl vytvořen automatizační nástroj, konkrétně REM, Shaded Contour Map a Joy-Plot Art Map, byla přidána ikona *ArcToolbox (Model Builder a Skript)*, viz obrázek 15.



Obr. 15 Ukázka automatizační ikony v návodu

Tato ikona je přidána do těch kroků práce, které jsou zautomatizovány. Je vždy v levém horním rohu okénka postupu. Prvek je do návodu přidán pro případ, že by uživatel nechtěl tento krok práce vytvářet ručně.

V opačném rohu okénka, tedy v pravém spodním, jsou vepsané nástroje, které je dobré použít k danému kroku, pokud uživatel metodu tvoří v softwaru *ArcGIS Pro*. Tento prvek ještě více ulehčuje samotnou tvorbu. Díky němu není nutné vyhledávat jednotlivé nástroje *Geoprocessing* například v nápovědách *ArcGIS Pro Help*, viz obr. 16.



Obr. 16 Ukázka pomocné rady pro ArcGIS Pro

Celý postup tvorby všech karet s návodem probíhal v grafickém programu Inkscape. Pro metodu REM byla stanovena modro-šedo-bílá barevná kombinace. Pro Joy-Plot Art Map kombinace šedých odstínů. Street Network Map vizualizace byla vytvořena v kontrastním černo-oranžovém provedení. Metoda Shaded Contour Map obsahuje barevnou kombinaci fialové. Buildings Dots obsahuje šedo-černo-červenou paletu barev. Wavy Borders metoda je pro svoje použití na lesy zvolena v barevných odstínech zelené.

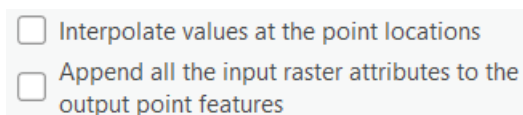
5 TVORBA VIZUALIZACÍ

Tvorba všech mapových polí proběhla v programu *ArcGIS Pro*. Mapovými poli se rozumí vizualizace určité části topografie Česka vytvořené na základě získaných dat. Tato pole pak byla vždy nahrána do grafického softwaru, kde byla dopracována. Barevné provedení metod koresponduje s již zmíněnými barvami návodů.

5.1 Relative Elevation Model

5.1.1 Mapa

Na začátku byl vytvořen projekt v softwaru *ArcGIS Pro*. Následoval výběr vhodného území pro použití této metody. Primárním cílem bylo tuto vizualizaci použít na oblast nějaké řeky. Pro charakter této metody byla vybrána oblast řeky Berounky, a to pro její průběh koryta a zajímavé meandry. V projektu byla vytvořena databáze, do které byla nahrána data nutná pro tvorbu metody. Jako první byl nahrán digitální výškový model páté generace, který byl přidán z *ArcGIS Portálu* od *Českého zeměměřičského úřadu*. Z tohoto rastru bylo pomocí nástroje *Extract By Mask (Geoprocessing/ Spatial Analyst Tools/ Extraction)* vybráno území pro zvolenou lužní oblast. Tento krok nebyl nutný, avšak zvýšil rychlost veškerých operací nad rastrem. Dalším krokem bylo vytvoření nové *Feature Class* (třídy prvků), konkrétně vektorové liniové vrstvy. Pomocí nástroje *Create New Feature Class*, nastavením konkrétních parametrů jako byla geometrie vrstvy, souřadnicový systém a další, byla vrstva přidána do projektu pro další editaci. Poté bylo nutné tuto linii vytvořit v prozatímní mapě. Liniová vrstva u metody *Relative Elevation Model* při použití na lužních oblastech má za účel znázornit střed koryta řeky, musí tedy co nejpřesněji procházet tímto korytem. Pomocí nástroje *Edit/ Create* byla linie ručně vytvořena nad zvoleným DMR. Pro snadnější vytváření linie bylo v *Properties/ Processing Template* rastrové vrstvy DMR zvoleno vykreslení jako *HillShade* (Stínovaný reliéf). Díky tomuto kroku bylo koryto řeky lehce identifikovatelné a práce tak proběhla rychleji. Po získání vhodných dat pro práci začala samotná tvorba vizualizace. Vytvořenou linii bylo nutné převést na body. Pro tento krok byl zvolen nástroj *Generate Points Along Lines (Geoprocessing/ Sampling)*. Tento nástroj vyžaduje několik povinných parametrů pro správné fungování. Pro tuto metodu bylo nutností nahrát vytvořenou linii, poté v parametru *Points Placement* zvolit *By distance* a *Distance* zvolit stejnou, jako je šířka nejužšího místa koryta řeky, konkrétně v případě této práce 3 metry. Poté, co se vytvořila bodová vrstva, bylo nutné nahrát do bodů informaci o nadmořské výšce. K tomu byl použit nástroj *Extract Values To Points (Geoprocessing/ Spatial Analyst Tools/ Extraction)*. Parametry na obrázku 17 nemusí být zaškrtnuty.



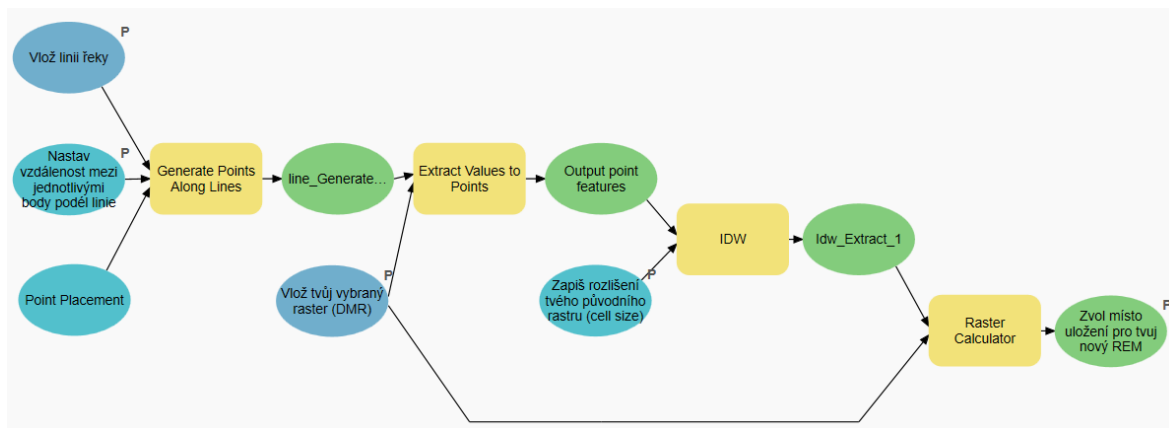
Obr. 17 Ukázka z nástroje

V další části práce byl z bodů vyinterpolován nový rastr pomocí interpolační metody *IDW (Inversed Distance Weighting, česky Inverzní vážení vzdálenosti)*. Stejný název má i nástroj, který byl pro tento krok použit. (*Geoprocessing/ 3D Analyst Tools/ Interpolation*). Do parametru *Input Point Features* byly nahrány body vytvořené podél linie řeky. Z *value field* musí obsahovat atribut o nadmořské výšce z těchto bodů. Ostatní parametry nástroje byly ponechány ve výchozím nastavení. Po vytvoření tohoto rastru byl pro dokončení tvorby REM zvolen nástroj *Raster Calculator (Image Analyst Tools/ Map Algebra)*, pomocí něž byl

odečten původní rastr od vytvořeného „IDW rastru“ a vznikl REM. Další velkou kapitolou práce bylo vytvoření vhodného znakového klíče a designu výstupu (*Symbology*). Pro estetické a zároveň vypovídající zobrazení bylo nejprve nutné zvolit správné hodnoty histogramu (*Symbology/Stretch Type/Costum*). Podle hodnot rastru byla stanovena minimální hodnota histogramu na -150 a maximální na 20. Při tomto nastavení REM velmi pěkně vystihuje řeku jako dominantní prvek mapy. Dále bylo rozhodnuto o použití modrošedo-bílé barevné kombinace. Šedá z důvodu využití stínovaného reliéfu jako topografického podkladu, modrá pro typické využití této barvy jako znázornění vodních toků v mapě. Bílá barva v této mapě znázorňuje samotné koryto řeky, se zvyšující se relativní výškou od koryta řeky se mění i barva. To konkrétně znamená, že přechází od světle modré (CMYK 10-0-0-0) do tmavě modré (CMYK 100-90-20-40). Nejvyšším oblastem na vybraném území byla nastavena 100% průhlednost, aby vystoupil stínovaný reliéf (podklad), a byla tak znázorněna plasticita území společně s REM. Stínovaný reliéf byl upraven zvýšením hodnoty *Gamma* pro světlejší výsledek. Celá vizualizace byla nahrána do rozhraní *Layout*, kde byla přizpůsobena na formát A3 na šířku, bylo přidáno grafické a číselné měřítko (1 : 120 000) a mapa byla ve formátu PNG exportována do grafického softwaru na dopracování, viz příloha 1.

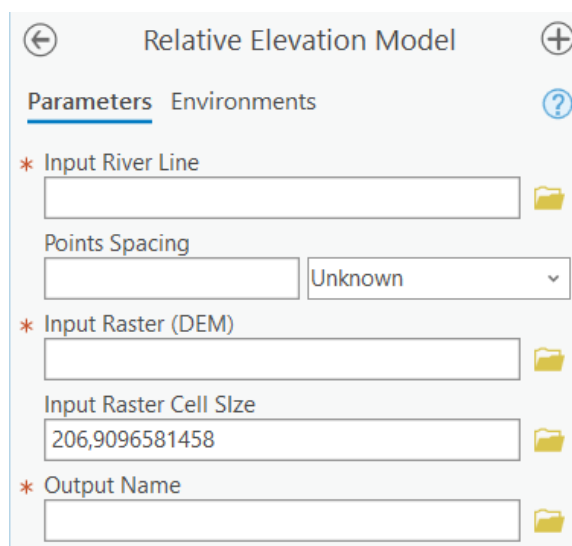
5.1.2 Automatizační nástroj

Pro metodu REM byl vytvořen i automatizační nástroj, jenž vede k ulehčení a zrychlení tvorby. Automatizace byla zpracována pomocí modelu vytvořeného v nástroji *Model Builder* v softwaru *ArcGIS Pro*. Nástroj pracuje na následujícím principu. Nejprve je automatizačním modelem vytvořena síť bodů podél řeky s konstantní vzdáleností mezi jednotlivými body, tuto vzdálenost je možné zadat parametricky podle požadavků uživatele. Tato síť bodů byla vytvořena pomocí funkce *Generate Points Along Lines* a jejím vstupem je opět parametricky volitelná linie řeky (povinný vstup). Výstupem tohoto kroku jsou body uložené v pracovní mezipaměti. Pro další krok musí uživatel zvolit parametr vstupního rastru (DMR). Poté jsou hodnoty DMR extrahovány do každého bodu v síti bodů pomocí funkce *Extract Values To Points*. Vstupem do tohoto procesu je výše zmíněný výstup předchozí funkce, tedy síť bodů a uživatelem vložený rastr. Následuje výpočet REM pomocí funkce *IDW*, která vytvoří interpolovaný rastrový model z hodnot DMR v každém bodě v síti bodů. Tento rastrový model je vypočítán na základě výstupu předchozího kroku, tj. z bodů, které v sobě mají atribut o nadmořské výšce. Tato informace je uvedena v atributové tabulce s názvem "RASTERVALU", což je i vstupní povinný (nevolitelný) parametr nástroje *IDW*. Tento rastr musí mít stejné rozlišení (velikost buňky) jako vstupní rastr. Proto je parametr *Output cell size* zadaný parametricky jako „Zapiš rozlišení tvého původního rastru (cell size)“. Výstupem této funkce je „IDW rastr“, což je rastrový dataset, který je také uložen v pracovní geodatabázi. Nakonec je vytvořen REM pomocí funkce *Raster Calculator*. Vstupem jsou zadaný DMR rastr a vytvořený IDW rastr. Tyto rastry jsou od sebe odečteny a výsledkem této operace je nový dataset REM, který je uložen na parametricky zvolené adrese s příslušným názvem. Parametry jsou zadané jako vstupy modelu a mohou být snadno změněny pro opakované použití bez nutnosti úpravy automatizačního nástroje. Celá struktura modelu viz obrázek 18.



Obr. 18 Automatizační nástroj REM (náhled modelu)

Model byl po vytvoření přidán do balíčku nástrojů *ArcToolbox* s názvem *Automatization Tools For Visuals*. V něm bylo vytvořeno uživatelské rozhraní pro používání toho nástroje. Model byl doplněn o vysvětlivky k jednotlivým krokům práce a celý byl přeložen do angličtiny pro případný větší dosah, viz obr. 19.



Obr. 19 Ukázka uživatelského rozhraní REM

5.2 Shaded Contour Map

5.2.1 Mapa

Prvním krokem bylo vytvoření projektu v softwaru *ArcGIS Pro*. Následoval výběr území vhodného pro tuto vizualizaci. Tyto dva kroky platí i pro všechny následující metody a jsou jejich nutnou součástí. Tato metoda nejlépe funguje při použití na členitém území, tj. například na pohoří. V této práci byla plocha zájmu zvolena na území severních Čech (Krušné hory, Labské pískovce, České středohoří, České Švýcarsko, Lužické hory a další). Po výběru území bylo nutné získat vhodná data. Tato metoda pracuje s dvěma vstupy, těmi jsou digitální výškový model reliéfu a vektorová vrstva vrstevnic. Jako rastrový vstup (DMR) byla použita data *SRMT* od společnosti *USGS*. Rastrové dlaždice byly staženy skrz portál *Earth Explorer*. Vrstva vrstevnic byla použita z datové sady *ArcČR 500* od *ARCDATA Praha*.

Po získání dat byla ještě daná data přizpůsobena pro tvorbu. Na začátku bylo nutné spojit jednotlivé rastrové dlaždice pro další práci s DMR. K tomu byl použit nástroj *Merge Raster Properties (Imagery/Raster Functions)*. Do nástroje byly vloženy jednotlivé rastry a po spojení byl vytvořen jeden grid celého vybraného území. Po přípravě DMR se připravila i data vrstevnic. Tato vrstva byla pomocí nástroje *Clip (Geoprocessing/Analysis Tools/Extract)* oříznuta na území severních Čech pomocí vrstvy Kraje – polygony (Ústecký a Liberecký kraj) z ArcČR 500. Stejnou vrstvou byl oříznut i rastr (*Extract By Mask (Geoprocessing/Spatial Analyst Tools/Extraction)*).

Po přípravě dat pro práci začala samotná tvorba metody. Pomocí nástroje *Aspect (Imagery/Raster Functions)* byl získán výpočet směru svahu DMR. Směr svahu byl definován jako úhel v rozmezí 0 až 360 stupňů. Po získání této informace byl „Aspect rastr“ překlasifikován nástrojem *Remap (Imagery/Raster Functions)* pouze na dvě hodnoty 1 a 0, viz obrázek 20.

	Minimum	Maximum	Output	NoData
1	0	45	0	<input type="checkbox"/>
2	46	225	1	<input type="checkbox"/>
3	226	360	0	<input type="checkbox"/>
*				<input type="checkbox"/>

Change missing values to NoData

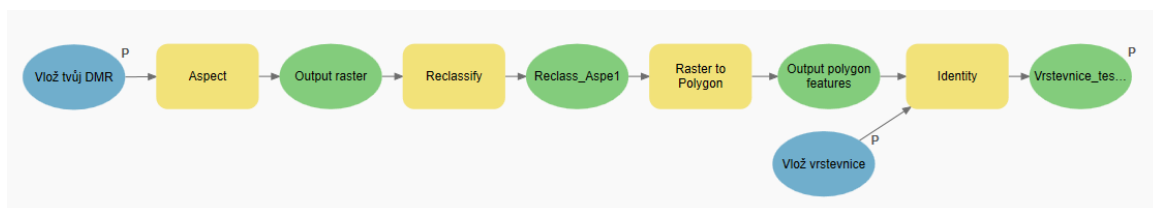
Obr. 20 Náhled z nástroje Remap

Tato operace převede jednotlivé sklony svahu pouze na dvě hodnoty, a to 0 = osvětlená strana a 1 = neosvětlená strana. Výšeč osvětlené strany byla vytvořena na principu stínovaného reliéfu, tedy zdroje světa ze severozápadu. Dalším krokem bylo převedení tohoto překlasifikovaného rastru na polygon. Pro tento úkon byl vybrán nástroj *Raster To Polygon (Geoprocessing/Conversion Tools/From Raster)*. Tento krok slouží k možnosti následného nahrání atributu osvitů svahu do vrstevnic. Po procesu vznikla nová polygonová vrstva s atributem „GRIDCODE“, což jsou právě hodnoty 1 a 0. Poté byl tento atribut nahrán do vrstvy vrstevnic pomocí nástroje *Identity (Geoprocessing/Overlay)* a vznikla nová vektorová vrstva vrstevnic s tímto atributem.

Dalším krokem bylo zvolení vhodného znakového klíče (*Symbology*). Barvy byly nakonec zvoleny poměrně kontroverzně, a to pro osvětlenou stranu světle fialová (CMYK 4–55–0–0) a neosvětlenou tmavě fialová (CMYK 50–100–40–40). Tloušťka linie byla nastavena na hodnotu 1 pt. Celá vizualizace byla nahrána do rozhraní *Layout*, kde byla přizpůsobena na formát A3 na šířku, bylo přidáno grafické a číselné měřítko (1 : 450 000) a mapa byla ve formátu PNG exportována do grafického softwaru na dopracování, viz příloha 2. Součástí výsledků této metody je i vlastní styl (*.stylx*), který je možné implementovat na tuto metodu v případě tvorby vizualizace uživatelem.

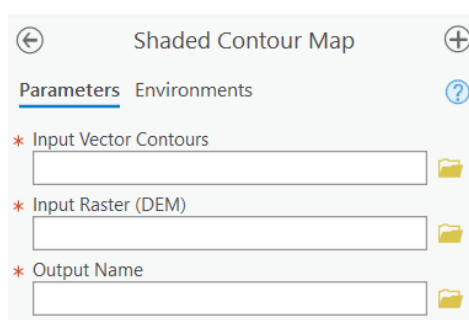
5.2.2 Automatizační nástroj

Nástroj byl vytvořen pomocí *Model Builderu* v softwaru *ArcGIS Pro* a slouží k automatizaci jednotlivých kroků v tvorbě této metody. Do modelu je nutné zadat tři hlavní parametry pro správné fungování. Zaprvé rastr DMR, zadruhé vrstevnice vybraného území. Třetí parametr je výstupní, tedy zvolení názvu a adresy úložiště. Nástroj je vytvořen na základě čtyř procesů. Prvním procesem je výpočet sklonu digitálního modelu reliéfu (DMR) pomocí nástroje *Aspect*, který přepočítá jednotlivé svahy terénu. Druhým procesem je překlasifikování výstupního rastru předešlé funkce na základě hodnot sklonu pomocí nástroje *Reclassify*. Výsledným výstupem je rastr, který obsahuje atribut osvit. Třetím procesem je převod tohoto rastru na polygonovou vrstvu pomocí nástroje *Raster to Polygon*. Nakonec se pomocí nástroje *Identity* vypočte průnik vstupní vrstvy vrstevnic a vytvořeného polygonu z předchozího procesu. Výsledný výstup se ukládá na základě uživatelsky zadaného parametru. Parametry jsou, stejně jako u modelu REM, zadané jako vstupy modelu a mohou být snadno změněny bez nutnosti úprav. Struktura modelu viz obrázek 21.



Obr. 21 Struktura automatizace (Model Builder)

Model byl poté přidán do balíčku nástrojů ArcToolbox s názvem *Automation Tools For Visuals*, ve kterém bylo vytvořeno uživatelské rozhraní pro používání toho nástroje. Model byl doplněn o vysvětlivky k jednotlivým krokům práce a celý přeložen do angličtiny pro případný větší dosah, viz obr. 22.



Obr. 22 Ukázka uživatelského rozhraní Shaded Contour Map

5.3 Joy-Plot Art Map

5.3.1 Mapa

Metoda, stejně jako předešlá, nejlépe funguje na členitém terénu. Plocha zájmu byla tedy stanovena na oblast *CHKO Jeseníky*, která nabízí velkou plasticitu a členitost. Pro povahu této metody byl opět zapotřebí rastrový zdroj dat pro DMR, který byl získán z datové sady *SRTM* od společnosti *USGS*. Rastr byl následně oříznut na velikost vybraného území pro zrychlení jednotlivých operací (*Extract By Mask (Geoprocessing/Spatial Analyst Tools/Extraction)*).

Prvním krokem postupu práce bylo vytvoření liniové vrstvy. Pomocí nástroje *Create New Feature Class* a nastavením potřebných parametrů byla vrstva přidána do projektu. Po vytvoření této třídy prvků byla linie ručně vytvořena v mapě pomocí nástroje *Create (Edit)*. Je nutné, aby linie ležela celou svou plochou na rastru DMR. Po vytvoření linie do ní byly nahrány lomové body (vertexy), a to nástrojem *Densify (Editing Tools/Conflation)*. Podle množství lomových bodů se určuje hladkost průběhu linie. Pro tuto práci byla vzdálenost mezi jednotlivými vertexy zvolena na 30 metrů, stejně jako je rozlišení rastru SRTM. To znamená, že bylo dosaženo maximálního uhlazení linie při použití tohoto digitálního modelu terénu. Po nastavení lomových bodů byla linie rovnoběžně nakopírována po ploše rastru. K tomuto kroku posloužil nástroj *Copy Parallel (Edit/Tools)*. Tímto krokem se vytvořila sekvence linií a do vertexů těchto linií byla pomocí nástroje *Update Feature Z (3D Analyst Tools/3D Features/Interpolation)* nahrána informace o nadmořské výšce. Po skončení tohoto procesu byla v *Properties* této vrstvy nastavena v oddělení *Elevation/Vertical Exaggeration* pětinašobná hodnota pro zvýraznění průběhu terénu. Tato vrstva pak byla nahrána do 3D prostoru (*Insert/New Local Scene*), ve kterém pak byla nastavena tak, aby správně znázorňovala plasticitu reliéfu.

Posledním krokem práce bylo zvolení vhodného znakového klíče. Pro linie v oblasti CHKO Jeseníky byla zvolena bílá barva (CMYK 0-0-0-0) a pro okolní oblast 40% šedá (CMYK 0-0-0-40). Tloušťka linie byla nastavena na 3 pt a její profil v 3D prostoru na hodnotu *Strip*. Celá vizualizace byla nahrána do rozhraní *Layout*, kde byla přizpůsobena na formát A3 na šířku, bylo přidáno grafické a číselné měřítko (1 : 60 000) a mapa byla ve formátu PNG exportována do grafického softwaru na dopracování, viz příloha 3. Součástí výsledků této metody je i vlastní styl (*.stylx*), který je možné implementovat na tuto metodu v případě tvorby vizualizace uživatelem.

5.3.2 Automatizační nástroj

Pro nemožnost vytvoření tohoto automatizačního nástroje pomocí nástroje *Model Builder* byl pro automatizaci vytvořen skript v jazyce Python. Kód byl napsán částečně v programu *PyScripter* a následně dopracován v programu *PyCharm*. V této části textové práce jsou popsány stěžejní části kódu. Kompletní skript viz příloha 7.

Prvním krokem pro fungování skriptu bylo nahrání potřebných knihoven. Některé tyto knihovny je nutné doimportovat i do softwaru *ArcGIS Pro*. V kódu jsou vloženy i poznámky a vysvětlivky k jednotlivým krokům.

```
import arcpy
import geopandas as gpd # work with geodataframe
import pandas as pd # work with dataframe
from shapely.geometry import LineString, Polygon, box, Point # creating
geometry from coordinates
import numpy as np # work with array
import os # set workspace
import rasterio as r # bookshelf na rastry
from rasterio.mask import mask
import pycrs # transform epsg code na well known text / proj file
import sys
```

Po nahrání bylo pro jednodušší práci v kódu nastaveno několik parametrů, se kterými bylo následně pracováno. Parametry byly nastaveny tak, aby mohly být po nahrání do *ArcToolbox* přizpůsobeny pro uživatelské používání.

```
workspace = arcpy.GetParameterAsText(0) # worksapce path
input_raster = arcpy.GetParameterAsText(1) # dtm as grid
input_line = arcpy.GetParameterAsText(2) # first line as linestring
lines_spacing = arcpy.GetParameterAsText(3) # can be defined as raster's
cell size or integer value
vertices_spacing = arcpy.GetParameterAsText(4) # can be defined as
raster's cell size or integer value
number_of_lines = int(arcpy.GetParameterAsText(5)) # integer value
direction = arcpy.GetParameterAsText(6) # left or right
output_name = arcpy.GetParameterAsText(7) # output layer
```

Následovaly samotné operace pro automatizaci práce. Prvním procesem je ověření, zdali uživatel používá správný formát dat. Skript funguje pouze, pokud uživatel použije pro vektorová data formáty *.shp*, *.gpkg*, *.geojson* a pro rastrová data *.flt*, *.tif*, *.ascii*, *.tiff*. Tento krok zaručuje správný průběh nástroje.

```
list_vector_format = ['.shp', '.gpkg', '.geojson']
list_raster_format = ['.flt', '.tif', '.ascii', '.tiff']
extension_v = os.path.splitext(input_line)[1]
extension_r = os.path.splitext(input_raster)[1]
if extension_v not in list_vector_format:
    arcpy.AddError('Incorrect input vector layer format')
    sys.exit()
if extension_r not in list_raster_format:
    arcpy.AddError('Incorrect input raster layer format')
    sys.exit()
```

Dalším krokem skriptu je definice funkcí, které jsou poté používány v průběhu skriptu. Protože skript není nijak zvlášť obsáhlý, je definice funkcí stanovena přímo v kódu, funkce nejsou volány z externího skriptu.

```

def densify_geometry(line_geometry, step, crs=None):
    # crs: epsg code of a coordinate reference system you want your line
    to be georeferenced with
    # step: add a vertice every step in whatever unit your coordinate
    reference system use.
    length_m = line_geometry.length # get the length
    xy = [] # to store new tuples of coordinates
    for distance_along_old_line in np.arange(0, int(length_m), step):
        point = line_geometry.interpolate(distance_along_old_line)
# interpolate a point every step along the old line
        xp, yp = point.x, point.y # extract the coordinates
        xy.append((xp, yp)) # and store them in xy list
    new_line = LineString(xy) # Here, we finally create a new line with
    densified points.
    if crs != None: # If you want to georeference your new geometry,
    uses crs to do the job.
        new_line_geo = gpd.geoseries.GeoSeries(new_line, crs=crs)
        return new_line_geo
    else:
        return new_line

```

Po definici funkcí následuje nastavení workspace a definice souřadnicového systému. Následně skript přechází v samotnou tvorbu Joy-Plotu. Byly definovány dva procesy, a to vzdálenost jednotlivých vertexů na linii („verticles_spacing“) a rozestup mezi kopiemi linií („line_spacing“). Pokud uživatel v případě těchto parametrů nenastaví hodnotu číselně v metrech, ale zvolí možnost „cell size“, je zjištěna velikost buňky rastru a vzdálenost se nastaví podle ní. Následuje cyklus, který vytvoří tyto linie na základě zvolených parametrů. Cyklus se opakuje až do doby, kdy je dosažena zvolená hodnota parametru „number_of_lines“

```

if vertices_spacing == 'cell_size':
    with r.open(input_raster) as src:
        transform = src.transform
        vertices_spacing = int(transform[0])
if lines_spacing == 'cell_size':
    lines_spacing = int(transform[0])
lines_spacing = int(lines_spacing)
vertices_spacing = int(vertices_spacing)
geom = gdf_input_line.iloc[0].geometry
for i in range(number_of_lines):
    parallel_geom = gpd.GeoSeries(geom.parallel_offset(lines_spacing,
direction), crs=coord_sys)
    parallel_geom_gdf_temp = gpd.GeoDataFrame(geometry=parallel_geom)
    if parallel_geom_gdf.empty:
        parallel_geom_gdf = pd.concat([gdf_input_line,
parallel_geom_gdf_temp], ignore_index=True)
    else:
        parallel_geom_gdf = pd.concat([parallel_geom_gdf,
parallel_geom_gdf_temp], ignore_index=True)
    geom = parallel_geom_gdf_temp.iloc[0].geometry
parallel_geom_gdf.to_crs(coord_sys)

```

Následuje funkce, která vytváří body podél linií právě podle již zmíněných parametrů. Součástí funkce je i podmínka, která zajišťuje tvorbu bodů pouze v rozsahu linií, aby se body netvořily do nekonečna. Tyto body jsou vytvořeny pro možnost nahrání informace o nadmořské výšce z DMR.

```

point_gdf = gpd.GeoDataFrame(columns=['geometry'])
for index, row in parallel_geom_gdf.iterrows():
    points = []
    distance = 0.0
    geom = row.geometry
    while distance <= geom.length:
        point = geom.interpolate(distance)
        points.append(point)
        distance += vertices_spacing
    point_geoms = [Point(point) for point in points]
    # Create a new GeoDataFrame with the generated points
    point_data = {"geometry": point_geoms}
    ID = int(index)
    point_gdf_temp = gpd.GeoDataFrame(point_data, crs=coord_sys)
    point_gdf_temp['ID'] = ID
    if point_gdf.empty:
        point_gdf = point_gdf_temp
    else:

```

```

        point_gdf = pd.concat([point_gdf, point_gdf_temp],
ignore_index=True)
point_gdf.to_crs(coord_sys)

```

Poté se v rozsahu těchto linií vytvoří polygon, kterým se ořízne vložený rastr, aby se zrychlil celý proces a nebylo pracováno například s DMR celé republiky.

```

xmin, ymin, xmax, ymax = point_gdf.total_bounds
polygon = Polygon([(xmin, ymin), (xmin, ymax), (xmax, ymax), (xmax,
ymin)])
bbox = box(xmin, ymin, xmax, ymax)
geo = gpd.GeoDataFrame({'geometry': bbox}, index=[0], crs=coord_sys)
coords = getFeatures(geo)
data = r.open(input_raster)
out_img, out_transform = mask(data, shapes=coords, crop=True)
out_meta = data.meta.copy()
epsg_code = int(data.crs.data['init'][5:])
out_meta.update({"driver": "GTiff",
                 "height": out_img.shape[1],
                 "width": out_img.shape[2],
                 "transform": out_transform,
                 "crs":
pycrs.parse.from_epsg_code(epsg_code).to_proj4()})
out_tif = 'processing_dmr.tif'
with r.open(out_tif, "w", **out_meta) as dest:
    dest.write(out_img)
# create a list to hold the elevation values
src = r.open(out_tif)
values = src.read(1)

```

Následuje nahrání informace o nadmořské výšce do sady vytvořených bodů, převedení bodů na linie a vzniká tak Joy-Plot. Výstupem je vektorová vrstva ve formátu shapefile obsahující sérii linií s atributy o nadmořské výšce, která se ukládá do složky workspace.

```

elevations = []
for index, point in point_gdf.iterrows():
    try:
        row, col = src.index(point.geometry.x, point.geometry.y)
        elevation = src.read(1, window=((row, row+1), (col,
col+1))) [0] [0]
        elevations.append(elevation)
    except:
        elevations.append(0)
        arcpy.AddError('The raster extension is smaller than the lines.',
stacklevel=2)

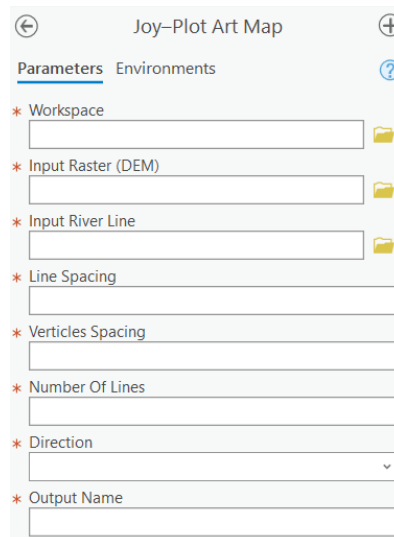
```

```

point_gdf.geometry = point_gdf.apply(lambda row: Point(row.geometry.x,
row.geometry.y, elevations[row.name]), axis=1)
grouped = point_gdf.groupby('ID')
# Create a new GeoDataFrame for the lines
line_data = {'ID': [], 'geometry': []}
new_lines_gdf = gpd.GeoDataFrame(line_data, crs=point_gdf.crs)
# Loop through the groups and create lines
for group_id, group in grouped:
    # Create a LineString from the points
    line = LineString(group.geometry.tolist())
    temp_gdf = gpd.GeoDataFrame({'ID': [group_id], 'geometry': [line]},
crs=point_gdf.crs)
    new_lines_gdf = pd.concat([new_lines_gdf, temp_gdf],
ignore_index=True)
new_lines_gdf.to_file(workspace + '/outputs/' + output_name + '.shp')

```

Parametry jsou zadané jako vstupy skriptu a mohou být snadno změněny bez nutnosti úprav kódu. Model byl poté přidán do balíčku nástrojů ArcToolbox s názvem *Automatization Tools For Visuals*, ve kterém bylo vytvořeno uživatelské rozhraní pro používání tohoto nástroje. Skript byl doplněn o vysvětlivky k jednotlivým krokům práce a celý přeložen do angličtiny pro případný větší dosah, viz obr. 23.

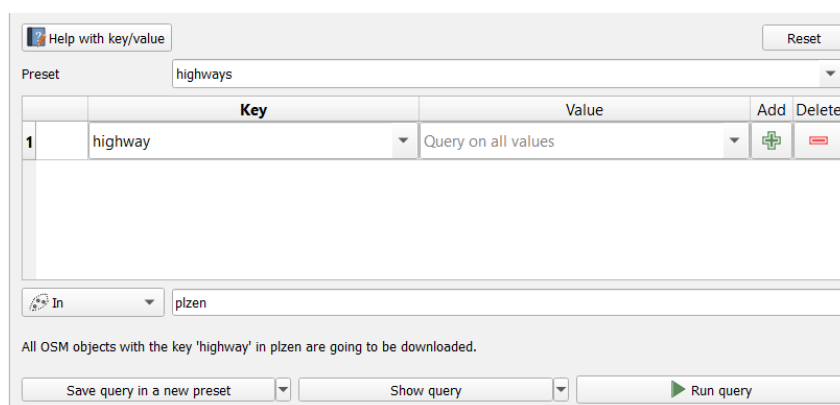


Obr. 23 Ukázka uživatelského rozhraní pro Joy-Plot

5.4 Street Network Art Map

5.4.1 Mapa

Prvním krokem bylo získání vhodných dat pro liniové vrstvy komunikací. Po konzultaci s vedoucím práce bylo rozhodnuto o zvolení datové sady od společnosti *Open Street Map*. Pro získání těchto dat bylo zapotřebí využít dalšího geoinformačního softwaru, a tím byl *QGIS*. *QGIS* obsahuje velkou spoustu uživatelských pluginů a jedním z nich je i plugin *QuickOSM*, který umožňuje stažení dat *OSM*. Data jsou stažena na základě zadaných parametrů. Konkrétně v této práci byl do parametru *Key* zvolen prvek *highways* a *extend* na město Plzeň, viz obr. 24.



Obr. 24 Náhled pluginu QuickOSM

Město Plzeň bylo vybráno na základě jeho struktury a tvaru při pohledu z výšky, protože velmi pěkně zapadá do kompozice výsledné karty. Získaná data bylo následně nutné exportovat. Formátem pro export byl zvolen *shapefile* a vrstva poté byla nahrána do programu *ArcGIS Pro*. Po nahrání dat bylo nutné silnice na základě atributů protřídit, nevyskytující se atributy z vrstvy vymazat a kategorizovat jednotlivé třídy silnic (*Atributte table; Select By Atributtes*). Výsledkem tohoto kroku byla silniční síť bez zbytečných překryvů, generalizovaná na dané měřítko. Dalším krokem bylo vytvoření vhodného znakového klíče (*Symbology*). Jelikož původním záměrem bylo udělat tuto metodu kontrastní s černým pozadím, byl pro liniový znak silnic zvolen styl *Firefly* od *Johna Nelsona*, který je oficiálně volně ke stažení na webových stránkách společnosti *Esri*. Barva tohoto znaku se skládá z kombinace bílé a odstínů oranžové. Liniový znak kategorizovaný jako silnice první třídy se skládá ze struktury čtyř liniových znaků navzájem se překrývajících a má tloušťku 17 pt. Pro silnice druhé třídy je struktura stejná, ale tloušťka je pouze 12 pt. Silnice třetí třídy mají opět stejnou strukturu, tloušťku však mají nastavenou na 8 pt. Ostatní typy pozemních komunikací jsou vytvořeny se stejnou strukturou, avšak při shodné tloušťce 2 pt ve výsledku vypadají jako jednodílná linie. Po vytvoření vhodného znakového klíče byla vizualizace nahrána do rozhraní *Layout*, kde byla přizpůsobena na formát A3 na šířku, bylo přidáno grafické a číselné měřítko (1 : 35 000) a mapa byla ve formátu PNG exportována do grafického softwaru na dopracování, viz příloha 4. V případě této metody je součástí výsledků styl *Firefly (.stylx)*, který je možné implementovat na tuto metodu v případě tvorby vizualizace jiným uživatelem. Tento styl je však možné stáhnout i od společnosti *Esri*, jak již bylo zmíněno výše.

5.5 Buildings Dots

5.5.1 Mapa

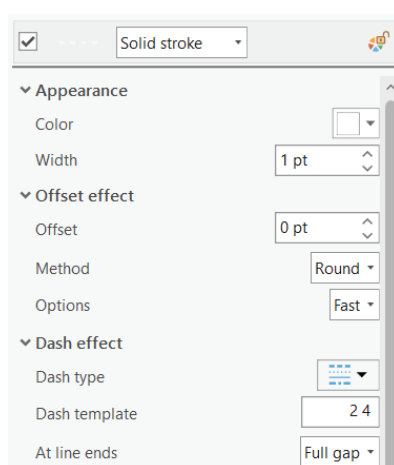
Data k této metodě byla získána pomocí pluginu *QuickOSM* v softwaru *QGIS*, tedy jedná se o datovou sadu od společnosti *Open Street Map*. Daty pro tuto práci se myslí vektorová polygonová vrstva bloků budov. Zájmové území bylo stanoveno na oblast centra města Olomouc. Pomocí nástroje *Select By Attributes* byla na základě atributu plochy budovy data protřízena a generalizována. Tato polygonová vrstva se pomocí nástroje *Feature To Point (Geoprocessing/Features)* převedla na vrstvu bodovou a s ní bylo dále pracováno. Následoval krok, ve kterém se nastavilo referenční měřítko mapy projektu (*Map; Set Reference Scale*). Tento krok je nutný pro fungování dalšího nástroje. Po nastavení vhodného měřítka bylo dalším krokem zvolit vhodný znakový klíč. Bodový znak má tvar hexagonu, červenou barvu (*CMYK 0–100–100–0*) a velikost znaku je 4,2 pt. V dalším kroku byl použit nástroj *Disperse Markers (Geoprocessing/Cartography Tools/Cartographic Refinement)*, který na základě zadaných parametrů rozmístil body tak, aby se nepřekrývaly. Právě pro tento nástroj je nutné nastavení referenčního měřítka.

Vznikla tak autorská metoda pro znázornění generalizované struktury městské zástavby – Buildings Dots. Celá vizualizace byla nahrána do rozhraní *Layout*, kde byla přizpůsobena na formát A3 na šířku a bylo přidáno grafické a číselné měřítko (1 : 6 000). Dále byla přidána původní polygonová vrstva budov pro okolní oblast v 80% šedé barvě (*CMYK 0–0–0–80*) a mapa byla ve formátu PNG exportována do grafického softwaru na dopracování, viz příloha 5. Součástí výsledků této metody je i návrh několika vlastních stylů (*.stylx*), které je možné implementovat na tuto metodu v případě tvorby vizualizace uživatelem.

5.6 Wavy Borders

5.6.1 Mapa

Pro využitelnost této metody byla vizualizace použita na další část topografie, tj. lesy. Jako zájmové území byla vybrána *CHKO Beskydy*, protože 90 % její plochy je zalesněno. Data byla získána z datové sady *ArcČR 500*, a to konkrétně vrstva lesů a vrstva chráněných území. Po získání dat začala samotná tvorba vizualizace. V prvním kroce byla vytvořena sada čtyř vnitřních bufferů v rozsahu 300; 600; 1000; 2000 metrů (*Geoprocessing/Analysis Tools/Proximity/Batch*). Dalším krokem byla práce se znakovým klíčem, tj. úprava barevných kombinací bufferů, nastavení vhodné barvy pro vrstvu lesů a vytvoření hraniční linie okolo *CHKO Beskydy*. Tato linie byla vytvořena z polygonové vrstvy *Chráněné oblasti*. Pro linii byl znakový klíč nastaven jako na obrázku 25.



Obr. 25 Náhled z nástroje Symbology

Následovala tvorba znakového klíče pro buffery a plošný znak lesů. Všem pěti vrstvám byla upravena struktura pomocí efektu *Wave* (*Symbology/Structure/Add Effect*) s nastavením parametrů *Waveform* na *Random*, *Amplitude* na 3 pt a *Period* na 8 pt. Díky tomuto efektu hranice plošných znaků ztrácí pevně stanovenou hraniční linii a výstup je pak bližší hranici lesa v realitě. Barvy jednotlivých bufferů byly vytvořeny v odstínech zelené, a to od nejtmašších (střed), po nejsvětější (okraj). Tedy *Buffer 300 m* (CMYK 75–10–100–15), *Buffer 600 m* (CMYK 70–0–100–50), *Buffer 1000 m* (CMYK 70–0–100–60) a *Buffer 2000 m* (CMYK 70–0–100–70). Barva plošného znaku lesa je (CMYK 70–0–100–80). Poté byla celá vizualizace nahrána do rozhraní *Layout*, kde byla přizpůsobena na formát A3 na šířku, bylo přidáno grafické a číselné měřítko (1 : 180 000) a mapa byla ve formátu PNG exportována do grafického softwaru na dopracování, viz příloha 6. Součástí výsledků této metody je i návrh vlastního stylu (*.stylx*), který je možné implementovat na tuto metodu v případě tvorby vizualizace uživatelem.

6 UŽIVATELSKÉ TESTOVÁNÍ

6.1 Návrh experimentu

Po vytvoření jednotlivých návodů pro tvorbu vizualizací bylo nutné zjistit, zda tyto návody dostatečně dobře popisují jednotlivé kroky pro vznik výstupů. Vzhledem k tomu, že cílem práce bylo návody vytvořit pro další kartografy/geoinformatiky, bylo rozhodnuto, že testování bude provedeno na mladších studentech oboru.

Testování bylo naplánováno v rámci výuky předmětu *Digitální kartografie* na katedře *Geoinformatiky* a připraveno pro studenty prvního ročníku bakalářského studia. K testování bylo počítáno se 14 studenty. Na začátku experimentu byli studenti rozděleni do sedmi dvoučlenných skupin podle náhodného rozlosování. Poté jim byly do skupin rozděleny jednotlivé metody a ústně jim bylo vysvětleno, k čemu jaká metoda slouží. Studenti dostali cvičná data, protože získání dat pro tyto metody nebylo nutným zájmem testování. Dále dostali samotné karty s návodem a náhledy výstupů vizualizací autora, ke kterým se měli svými výsledky přiblížit. Každá dvojice měla na tvorbu vizualizace vždy přibližně 20 min a poté jim byla přidělena další. Tímto způsobem si každá skupina zkusila vytvořit každou jednu vizualizaci, což mělo za cíl co největší objektivitu experimentu.

Po provedení praktické části experimentu bylo přistoupeno k dotazníkovému šetření, ve kterém byly studentům položeny otázky na to, jak se jim podle návodu pracovalo, co by změnili a jakým způsobem, jak se jim líbí grafické zpracování návodů. Tento dotazník byl vytvořen pomocí aplikace *Google Forms*. Celý experiment byl naplánovaný na dvě a půl hodiny.

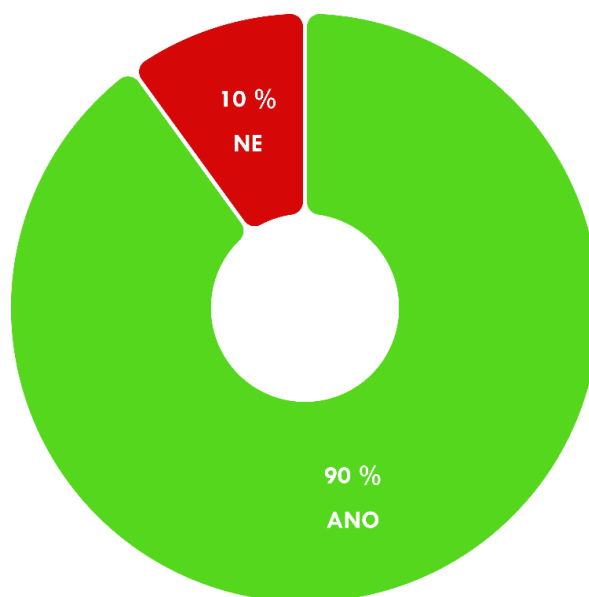
6.2 Průběh a implementace výsledků testování

Testování probíhalo v rámci naplánovaného konceptu. Experiment byl proveden na studentech prvního ročníku oboru Geoinformatika a kartografie na katedře Geoinformatiky UP. Ti mají za sebou téměř dva semestry studia, mají tak základní znalosti v rozhraní GIS softwaru *ArcGIS Pro*. Na začátku experimentu byli studenti obeznámeni s náplní testování a bylo jim objasněno, proč experiment probíhá, k čemu je důležitý. Studenti se následně rozdělili do dvoučlenných skupin podle plánu. Studentů je v prvním ročníku 14, vzniklo tedy 7 dvoučlenných skupin tak, jak bylo plánováno. Každé skupině byla přiřazena metoda a podle ní i karta s návodem. Skutečná průměrná doba tvorby jedné vizualizace byla přibližně 10–15 min, takže si každá skupina ve stanoveném čase zkusila vytvořit všechny vizualizace. U složitějších metod byla potřeba osobní přítomnost autora, jelikož se jednalo o studenty prvního ročníku, kteří ještě neznají složitější nástroje jako geoprocessing nebo *Raster Functions*. Po vytvoření jednotlivých vizualizací podle návodu byli studenti požádáni o vyplnění krátkého dotazníku, jehož výsledky byly zapracovány do této bakalářské práce.

Graficky byly návody hodnoceny kladně, u všech odpovědí bylo dosaženo hodnot 1–3, kdy 1 = velmi se mi líbí a 5 = nelíbí se mi vůbec. Během experimentu byly některé karty hodnoceny i osobně ústní formou velmi pěkně. U metody **Joy-Plot Art Map** nastal problém u jednoho kroku práce, kdy v návodu byl chybně uveden nástroj geoprocessing a studenti se tak při této části postupu museli doptat autora práce. Tato chyba byla v návodu opravena. Návod byl kromě již zmíněného problému s jedním z nástrojů hodnocen také kladně, pouze jeden student uvedl, že by podle návodu nebyl schopen vizualizaci vytvořit. Metoda **Buildings Dots** dopadla v testování také dobře. 100 % odpovědí na otázku, zda by podle návodu byli studenti schopni tuto vizualizaci vytvořit, bylo kladných. Metoda **Shaded Contour Map** dopadla v testování nejhůře. 60 % testovaných uvedlo, že by metodu

vytvořit dokázali, 40 % odpovědělo, že ne. Problém zde nastal v neznalosti rastrových funkcí. Studenti nevěděli, jak fungují nástroje *Aspect* a *Remap*, a tak nebyli schopni dosáhnout „osvitu“ na principu stínovaného reliéfu, který je pro tuto metodu zásadní. Tento problém byl vyřešen podrobnějším popisem nástroje, který by měl být použit pro daný krok. Složitost tvorby této vizualizace řeší i vytvořený automatizační nástroj, který může být použit pro složitější kroky postupu práce. Metoda **Street Network Art Map** dopadla v experimentu kladně. Tvorba této metody není nijak náročná, jde spíše o pochopení principu a zvolení vhodného znakového klíče. Všichni studenti uvedli, že by tuto vizualizaci zvládli s návodem vytvořit. **Relative Elevation Model**, tato metoda byla jakousi kontroverzní částí testování. Některé skupiny vytvořili vizualizaci metody velmi rychle a bez problémů, některé naopak uvedly, že metoda není vhodná pro studenty prvního ročníku pro svou náročnost. S návodem, a v jednom případě i s ústním dovysvětlením, však metodu zvládly vytvořit všechny skupiny. U metody **Wavy Borders** se vyskytl problém s tvorbou jednotlivých vnitřních bufferů. Studenti nevěděli, že pro vytvoření vnitřního bufferu musejí před požadovanou hodnotu vzdálenosti doplnit mínus. Tento problém je však spíše záležitostí neznalosti funkcí softwaru *ArcGIS Pro* daný tím, že testování byli studenti teprve prvního ročníku, než že by byl problém v samotném návodu. Kladných výsledků však dosáhly všechny skupiny, rozdíl byl pouze v čase. O tom vypovídá i celkový výsledek z dotazníků (ten vyplňoval každý student individuálně). Z celkového počtu 74 odpovědí na otázku, zda by dokázali vizualizace vytvořit, bylo uvedeno 66 kladných a pouze 8 záporných. To lze procentuálně vyjádřit jako na obr. 26.

Dokázali jste, s pomocí návodů, vytvořit předcházející vizualizace?



Obr. 26 Graf výsledků testování
(zdroj: autor)

Veškeré poznatky a výsledky testování byly zapracovány do bakalářské práce.

7 VÝSLEDKY

Nejdůležitějšími výsledky této bakalářské práce jsou, s ohledem na cíle práce, grafické karty ve formátu A3, na kterých jsou výstupy jednotlivých vizualizačních metod a návody, podle kterých lze tyto metody vytvářet. Dalším důležitým výsledkem práce je složka obsahující *ArcToolbox*, ve kterém se nachází automatizační modely pro metodu Relative Elevation Model a Shaded Contour Map a skript pro automatizaci metody Joy-Plot Art Map. Dále obsahuje autorské osobité styly (*.stylx*) vytvořené autorem práce, které mohou být použity při uživatelské tvorbě těchto vizualizací.

Prvním dosaženým výsledkem v postupu tvorby práce byla odborná rešerše, která se zabývá různými přístupy k netradičním vizualizacím a způsoby, jakými mohou být některé z těchto přístupů použity pro zpracování topografických dat. Dále jsou v této části analyzovány různé aspekty topografie a topografických map. Je zde proveden průzkum netradičních přístupů k mapování a stručně jsou zde popsány některé takové metody. Tato teoretická část přispěla k tvorbě dalších dílčích výsledků.

Dalším výsledkem je vytvoření a popis dvou zcela nových vizualizačních metod. První se myslí metoda Buildings Dots, ta umožňuje velmi jednoduchým, avšak výstižným způsobem popsat sktrukturu městské zástavby. Druhá metoda Wavy Borders zase novým způsobem vystihuje nepravidelnost hranice plošného znaku. Obě metody jsou výsledkem práce autora a vedoucího této bakalářské práce.

Nelze opomenout ani závěry, které vyšly z experimentu testování karet na studentech prvního ročníku oboru Geoinformatika a kartografie. Byly to odpovědi z dotazníků, které byly dále interpretovány a začleněny do práce pro dosažení lepších a objektivnějších výstupů. Tyto výsledky a jejich zpracování jsou podrobněji popsány v kapitole 6.2.

Veškeré dílčí výsledky vedly k vytvoření práce. Konečným krokem bylo ucelení série karet s vizualizacemi a jejich korekce. Tyto výsledky budou ve formátu PDF přiloženy spolu s posterem a textem práce k webovým stránkám práce, dostupných na webu *Katedry geoinformatiky UP*.

Tato práce přináší nový vhled do netradičních metod vizualizace topografických dat. Automatizační nástroje mohou pomoci potenciálním uživatelům k tvorbě těchto metod, a tím se tyto metody mohou stát více používanými. Grafické karty s návodem mohou posloužit mladším studentům k tvorbě takovýchto map. Na základě testování lze konstatovat, že by se návod dal použít rovněž jako učební pomůcka pro studenty prvního ročníku, protože během experimentu byli seznámeni s novými nástroji GIS softwaru. Postery obsahující vizualizace mohou mít dvě využití. Pro laiky mohou sloužit jako esteticky přitažlivá grafika, kterou si mohou pověsit na zeď. Pro odborníky mohou být postery stanoviskem či etalonem, ke kterému by se měli přiblížit při vlastním zpracování těchto metod.

8 DISKUZE

Při tvorbě této práce bylo nutné přijmout několik rozhodnutí, která měla vliv na celkový výsledek. Cílem bylo vždy vybrat to nejlepší řešení, které bylo v souladu se zadáním a cílem práce. V následujících odstavcích jsou popsány nejdůležitější problémy, které byly řešeny, a jejich odůvodnění.

Data

Při zadávání a stanovování cílů, na začátku celé této práce, bylo rozhodnuto pro využití převážně volně dostupných dat. Data byla získána z datových sad *SRTM* a *ArcČR 500*. Během práce se však vyskytla i tendence využít placených dat jako například *ZABAGED* od ČÚZK. Tato data poskytují více informací o jednotlivých prvcích topografie, bylo by tak možné obsáhnout více metod, které by mohly být zároveň sofistikovanější. Tento záměr byl však po konzultaci s vedoucím práce zamítnut, protože cílová skupina, pro kterou je práce vytvořena, by pravděpodobně velmi obtížně získávala takováto data. Podle dostupných informací však budou tato data od léta také volně dostupná, takže bude možné například navázat nebo rozšířit tuto práci o další metody.

ArcToolbox

Jeden z problémů, který nastal během práce, je nepříliš přívětivé uživatelské rozhraní nástroje *ArcToolbox*. Jeho export v softwaru *ArcGIS Pro* není možný pomocí žádného nástroje. Je pouze součástí celého souboru *Arc Projekt*. Zde je toolbox automaticky vytvořen ve formátu *ATBX (ArcTools Toolbox Exchange Format)*. Tento formát však není vhodný, protože nedokáže uchovat skript uvnitř toolboxu, ten se tedy musí po každém novém nahrání znovu přidat. Formát nebylo možné změnit nějakou přívětivou cestou a byl tedy „natvrdo“ přepsán na *TBX (Toolbox Exchange Format)*. Tento formát už by skript v toolboxu udržet měl, protože když tento problém nastal v rámci výuky Programování v druhém ročníku studia a provedly se tyto kroky, balíček fungoval, jak měl. Při testování tohoto toolboxu však skript občas zůstal součástí balíčku a občas ne. Tento problém bohužel nebyl vyřešen, protože příčina tohoto problému není jasná. Skript je však součástí celé výsledné složky, takže ho je bez problému možné v případě komplikací nahrát.

Testování

Testování z časových důvodů proběhlo pouze na studentech prvního ročníku. To mělo za následek občasné nepochopení návodu z důvodu neznalosti nástrojů v *ArcGIS Pro*. Studenti neznali *Raster Functions* a další složitější nástroje. Návod mohl být otestován i na starších ročnících, to by zřejmě přineslo větší porozumění návodu, avšak na druhou stranu, právě začátečníci v oboru Geoinformatika a kartografie mohou být potenciální cílovou skupinou. I proto byly jejich poznatky zakomponovány do práce. Do bakalářské práce měly být zahrnuty i grafy vytvořené automaticky v rozhraní *Google Forms* pro větší autenticitu experimentu. Tyto grafy však nakonec nebylo možné použít, protože obsahovaly zkreslené informace, kvůli chybnému vyplnění dotazníku. Na tyto chyby („překliknutí“ nebo špatné pochopení otázky), však bylo během testování osobně upozorněno a mohly tak být ručně odstraněny. To však zamezilo přímému použití automatických grafů, jak již bylo zmíněno.

Možnost rozšíření návodu

Návody byly vytvořeny pomocí designových karet, na kterých je popsán postup tvorby mapy. Tyto návody by bylo možné rozšířit například o audiovizuální tutoriály. Tento krok však nebyl cílem práce. Na tuto práci by se však dalo navázat a do budoucna vytvořit nějaké rozšíření pro ještě snazší tvorbu netradičních vizualizací, která by mohla vést k rozšíření těchto metod do tradiční kartografie.

Objektivita práce

Během celé tvorby byly jednotlivé praktické výsledky konzultovány s okolím pro dosažení co největší objektivity práce a potlačení tzv. „autorské slepoty“. Konzultace probíhaly mezi spolužáky na katedře Geoinformatiky, mezi přáteli, zároveň také s vedoucím práce a v neposlední řadě také během dvou bakalářských dnů, pořádaných v rámci studia třetího ročníku. Na základě poznatků z těchto konzultací byla práce několikrát upravena či dopracována, tím bylo dosaženo optimalizovaných výsledků.

9 ZÁVĚR

Hlavním cílem bakalářské práce bylo vyhledat existující či navrhnout vlastní netradiční způsoby vizualizace topografických dat a následně je aplikovat při tvorbě karet s vizualizacemi a návody. Dalším cílem bylo vytvoření automatizačních nástrojů pro urychlení tvorby metod, u kterých to má smysl. Na začátku byla práce rozdělena na dva hlavní celky, teoretickou a praktickou část.

Část teoretická obsahuje rešerši v oblasti netradičních vizualizací, zabývá se díly, která mohou být pro své zpracování nějak netradiční, a přibližuje také téma topografie a topografických map. Na základě rešerše a získaných poznatků během studia bylo vymezeno šest metod pro znázornění jednotlivých částí topografie Česka. Tyto části byly vybrány vzhledem k povaze jednotlivých metod. Součástí teoretické části byl i návrh jednotného grafického stylu pro kolekci výstupů.

Prvním krokem praktické části bylo získání dat. Ta byla získána v rámci veřejně dostupných datových sad, jako *SRTM* a *ArcČR 500*. Po získání dat byl vytvořen grafický design v rozhraní softwaru *Inkscape*, který byl v průběhu práce aplikován na jednotlivé výstupy vizualizací a návodů. Nejnáročnějším krokem celé práce byla samotná tvorba jednotlivých vizualizací. Ty byly vytvořeny v programu *ArcGIS Pro* a následně dotvářeny v grafickém softwaru *Inkscape*. K těmto vizualizacím vznikly i dílčí karty s návodem, které strukturovaně a grafickou formou popisují postup tvorby. Tyto karty byly poté předmětem testování na studentech prvního ročníku oboru Geoinformatika a kartografie UP, po kterém byly poznatky studentů zapracovány do návodů pro ještě pochopitelnější postup tvorby. Posledním krokem praktické práce byla tvorba automatizačních nástrojů. Ty byly vytvořeny pro tři nejsložitější metody vizualizace, čímž urychlují a zjednodušují tvorbu. Nástroje byly vytvořeny pomocí skriptu a modelů v rozhraní *Model Builder* v softwaru *ArcGIS Pro*.

Hlavním výsledkem práce je série šesti karet obsahujících náhledy vizualizací. Dále karty, obsahující návody pro tvorbu těchto vizualizací a složka s balíčkem nástrojů *ArcToolbox*. Ten obsahuje tři automatizační nástroje pro složitější metody a autorské styly, které je možné aplikovat na jednotlivé výstupy. Dalšími dílčími výsledky jsou poster, webová stránka a text práce.

POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE

AFZAL, Shehzad et al., 2012. Spatial text visualization using automatic typographic maps. *IEEE Transactions on Visualization & Computer Graphics*, 18122556-2564.

FIELD, Kenneth, 2018. *Joy Plots* [online]. UK: Kenneth Field [cit. 2023-03-06]. Dostupné z: <https://www.esri.com/arcgis-blog/products/arcgis-pro/mapping/joy-plots-in-arcgis-pro/>

NELSON, John, 2016. *Firefly Cartography: Adventures In Mapping* [online]. John Nelson [cit. 2023-03-06]. Dostupné z: <https://adventuresinmapping.com/2016/10/17/firefly-cartography/>

PORTEŠ, Martin, 2017. *Statistický atlas Olomouce v infografickém provedení*. Olomouc. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta. Vedoucí práce RNDr. Alena Vondráková, Ph.D.

RACIBORSKI, Rafal, 2009. *Graphical representation of multivariate data using Chernoff faces*. *The Stata Journal*, 93374-387.

Relative Elevation Models [online], 2022. Montana: Montana State Library [cit. 2023-03-06]. Dostupné z: <https://storymaps.arcgis.com/stories/19b6bfe0c3aa454c853bd6d9b7228adf>

SCHIEN, Spencer, 2022. *Population Density Gallery* [online]. Spencer Schien [cit. 2023-03-06]. Dostupné z: <https://spencerschien.info/>

STATSOFT, 2013. *Chernoffovy tváře: ikonové grafy*. Praha, 1-5.

SVITÁK, Zbyněk, 2014. *Úvod do historické topografie českých zemí*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita. ISBN 978-80-210-7121-6.

TOITŮ TE WHENUA LAND INFORMATION, 2021. *Visualising NZ Rivers: A visual tool - relative elevation model* [online]. New Zealand: Toitū Te Whenua Land Information New Zealand [cit. 2023-03-06]. Dostupné z: <https://storymaps.arcgis.com/stories/44e84f189ddf43acae44fc66af2558bb>

TYRNER, Miroslav, 1999. *Kartografie*. 1. vyd. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství. ISBN 80-86111-15-6.

ŽEJDLÍK, Jakub, 2020. *Tematický atlas Olomouckého kraje v infografickém provedení*. Olomouc. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta. Vedoucí práce RNDr. Alena Vondráková, Ph.D.

AUTOR, K. *Clipping Raster Data*. In: *Automating GIS-processes*. [online]. 2018 [vid. 22.4.2023]. Dostupné z: <https://automating-gis-processes.github.io/CSC18/lessons/L6/clipping-raster.html>

Stack Exchange. How to densify linestring vertices in Shapely/Geopandas? [online].
Poslední aktualizace 10. února 2021 [citováno: 22. dubna 2023]. Dostupné z:
<https://gis.stackexchange.com/questions/372912/how-to-densify-linestring-vertices-in-shapely-geopandas>

Datové zdroje

Digitální geografická databáze 1 : 500 000 ArcČR 500 Verze 3.3 [online]. ARCDATA Praha, 2016 [cit 2023-04-22]. Dostupné z: <https://www.arcdata.cz/produkty/geograficka-data/arccr-4>

NASA/JPL/NIMA. Shuttle Radar Topography Mission Global 1 arc second data V3 [online]. USGS Earth Resources Observation and Science (EROS) Center, Sioux Falls, 2010 [cit. 2023-04-22]. Dostupné z: <https://www.usgs.gov/centers/eros/science/usgs-eros-archive-digital-elevation-shuttle-radar-topography-mission-srtm-1>

Český úřad zeměměřický a katastrální. DMR 5G [online]. Praha: ČÚZK, 2018 [cit. 2023-04-22]. Dostupné z: <https://www.cuzk.cz/Katastr-nemovitosti/Poskytovani-informaci-z-KN/Digitalni-modely-relefu-DMR/DMR-5G.aspx>

PŘÍLOHY

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 (volná)	Karty s návodem a vizualizací metody Relative Elevation Model
Příloha 2 (volná)	Karty s návodem a vizualizací metody Shaded Contour Map
Příloha 3 (volná)	Karty s návodem a vizualizací metody Joy-Plot Art Map
Příloha 4 (volná)	Karty s návodem a vizualizací metody Street Network Art Map
Příloha 5 (volná)	Karty s návodem a vizualizací metody Buildings Dots
Příloha 6 (volná)	Karty s návodem a vizualizací metody Wavy Borders
Příloha 7 (vázaná)	Kompletní kód automatizačního nástroje metody Joy-Plot Art Map
Příloha 8 (volná)	Propagační poster
Příloha 9 (volná)	Složka obsahující ArcToolbox s třemi automatizačními nástroji pro metody REM, Shaded Contour Map a Joy-Plot Art Map a autorské styly k jednotlivým metodám

Příloha 7 Automatizační skript metody Joy-Plot Art Map

```
import arcpy
import geopandas as gpd # work with geodataframe
import pandas as pd # work with dataframe
from shapely.geometry import LineString, Polygon, box, Point # creating
    geometry from coordinates
import numpy as np # work with array
import os # set workspace
import rasterio as r # bookshelf na rastry
from rasterio.mask import mask
import pycrs # transform epsg code na well known text / proj file
import sys

# ***** USER DEFINED PARAMETERS
workspace = arcpy.GetParameterAsText(0) # worksapce path
input_raster = arcpy.GetParameterAsText(1) # dtm as grid
input_line = arcpy.GetParameterAsText(2) # first line as linestring
lines_spacing = arcpy.GetParameterAsText(3) # can be defined as raster's
    cell size or integer value
vertices_spacing = arcpy.GetParameterAsText(4) # can be defined as raster's
    cell size or integer value
number_of_lines = int(arcpy.GetParameterAsText(5)) # integer value
direction = arcpy.GetParameterAsText(6) # left or right
output_name = arcpy.GetParameterAsText(7) # output layer name

# ***** RUN ***** #
# Create outfolder
# Setting workspace
os.chdir(workspace)
tvd=os.getcwd()
arcpy.AddMessage(tvd)

if os.path.exists('outputs'):
    pass
else:
    os.mkdir('outputs')

list_vector_format = ['.shp', '.gpkg', '.geojson']
list_raster_format = ['.flt', '.tif', '.ascii', '.tiff']
extension_v = os.path.splitext(input_line)[1]
extension_r = os.path.splitext(input_raster)[1]

if extension_v not in list_vector_format:
    arcpy.AddError('Incorrect input vector layer format')
```

```

    sys.exit()
if extension_r not in list_raster_format:
    arcpy.AddError('Incorrect input raster layer format')
    sys.exit()

# ***** functions ***** #
# Source: https://gis.stackexchange.com/questions/372912/how-to-densify-linestring-vertices-in-shapely-geopandas
def densify_geometry(line_geometry, step, crs=None):
    # crs: epsg code of a coordinate reference system you want your line
    #       to be georeferenced with
    # step: add a vertice every step in whatever unit your coordinate
    #       reference system use.

    length_m = line_geometry.length # get the length

    xy = [] # to store new tuples of coordinates

    for distance_along_old_line in np.arange(0, int(length_m), step):
        point = line_geometry.interpolate(distance_along_old_line) #
        # interpolate a point every step along the old line
        xp, yp = point.x, point.y # extract the coordinates

        xy.append((xp, yp)) # and store them in xy list

    new_line = LineString(xy) # Here, we finally create a new line with
    # densified points.

    if crs != None: # If you want to georeference your new geometry, uses
    # crs to do the job.
        new_line_geo = gpd.geoseries.GeoSeries(new_line, crs=crs)
        return new_line_geo

    else:
        return new_line

# Source: https://automating-gis-processes.github.io/CSC18/lessons/L6/clipping-raster.html
def getFeatures(gdf):
    """Function to parse features from GeoDataFrame in such a manner that
    rasterio wants them"""
    import json
    return [json.loads(gdf.to_json())['features'][0]['geometry']]

```

```

parallel_geom_gdf = gpd.GeoDataFrame(columns=['geometry']) # creates empty
                    geodataframe to save created lines
gdf_input_line = gpd.read_file(input_line) # convert shp to geodataframe
coord_sys = gdf_input_line.crs

arcpy.AddMessage("Hi, your new Joy-plot will be saved in the workspace
                    folder.")

arcpy.AddMessage(f"The coordinate system of the new Joy-plot is:
                    {coord_sys} ")

if vertices_spacing == 'cell_size':
    with r.open(input_raster) as src:
        transform = src.transform
        vertices_spacing = int(transform[0])
if lines_spacing == 'cell_size':
    lines_spacing = int(transform[0])

lines_spacing = int(lines_spacing)
vertices_spacing = int(vertices_spacing)

geom = gdf_input_line.iloc[0].geometry
for i in range(number_of_lines):
    parallel_geom = gpd.GeoSeries(geom.parallel_offset(lines_spacing,
        direction), crs=coord_sys)
    parallel_geom_gdf_temp = gpd.GeoDataFrame(geometry=parallel_geom)
    if parallel_geom_gdf.empty:
        parallel_geom_gdf = pd.concat([gdf_input_line,
            parallel_geom_gdf_temp], ignore_index=True)
    else:
        parallel_geom_gdf = pd.concat([parallel_geom_gdf,
            parallel_geom_gdf_temp], ignore_index=True)
    geom = parallel_geom_gdf_temp.iloc[0].geometry

parallel_geom_gdf.to_crs(coord_sys)

point_gdf = gpd.GeoDataFrame(columns=['geometry'])
for index, row in parallel_geom_gdf.iterrows():
    points = []
    distance = 0.0
    geom = row.geometry
    while distance <= geom.length:
        point = geom.interpolate(distance)

```

```

        points.append(point)
        distance += vertices_spacing
    point_geoms = [Point(point) for point in points]

    # Create a new GeoDataFrame with the generated points
    point_data = {"geometry": point_geoms}
    ID = int(index)
    point_gdf_temp = gpd.GeoDataFrame(point_data, crs=coord_sys)
    point_gdf_temp['ID'] = ID

    if point_gdf.empty:
        point_gdf = point_gdf_temp
    else:
        point_gdf = pd.concat([point_gdf, point_gdf_temp],
                               ignore_index=True)
point_gdf.to_crs(coord_sys)

# Clip raster by extent of parallel lines
#
# Source: https://automating-gis-
processes.github.io/CSC18/lessons/L6/clipping-
raster.html
xmin, ymin, xmax, ymax = point_gdf.total_bounds
polygon = Polygon([(xmin, ymin), (xmin, ymax), (xmax, ymax), (xmax, ymin)])
bbox = box(xmin, ymin, xmax, ymax)
geo = gpd.GeoDataFrame({'geometry': bbox}, index=[0], crs=coord_sys)
coords = getFeatures(geo)
data = r.open(input_raster)
out_img, out_transform = mask(data, shapes=coords, crop=True)
out_meta = data.meta.copy()
epsg_code = int(data.crs.data['init'][5:])
out_meta.update({"driver": "GTiff",
                 "height": out_img.shape[1],
                 "width": out_img.shape[2],
                 "transform": out_transform,
                 "crs":
                 pycrs.parse.from_epsg_code(eps_g_code).to_proj4()})
out_tif = 'processing_dmr.tif'

with r.open(out_tif, "w", **out_meta) as dest:
    dest.write(out_img)

# create a list to hold the elevation values
src = r.open(out_tif)
values = src.read(1)

```

```

elevations = []
for index, point in point_gdf.iterrows():
    try:
        row, col = src.index(point.geometry.x, point.geometry.y)
        elevation = src.read(1, window=((row, row+1), (col, col+1)))[0][0]
        elevations.append(elevation)
    except:
        elevations.append(0)
        arcpy.AddError('The raster extension is smaller than the lines.',
                        stacklevel=2)

point_gdf.geometry = point_gdf.apply(lambda row: Point(row.geometry.x,
                                                         row.geometry.y, elevations[row.name]), axis=1)

grouped = point_gdf.groupby('ID')

# Create a new GeoDataFrame for the lines
line_data = {'ID': [], 'geometry': []}
new_lines_gdf = gpd.GeoDataFrame(line_data, crs=point_gdf.crs)

# Loop through the groups and create lines
for group_id, group in grouped:
    # Create a LineString from the points
    line = LineString(group.geometry.tolist())

    temp_gdf = gpd.GeoDataFrame({'ID': [group_id], 'geometry': [line]},
                                crs=point_gdf.crs)
    new_lines_gdf = pd.concat([new_lines_gdf, temp_gdf],
                              ignore_index=True)

new_lines_gdf.to_file(workspace + '/outputs/' + output_name + '.shp')

```