



Univerzita Palackého  
v Olomouci



katedra  
geoinformatiky

**Študijný program: P1314 Geografie**

Obor: **1302V011 Geoinformatika a kartografie**

# **VIZUÁLNA ANALÝZA PRI IDENTIFIKÁCIÍ INFOGRAFIKY V KARTOGRAFII**

dizertačná práca

**Mgr. Jakub KONÍČEK**

autor

**prof. RNDr. Vít VOŽENÍLEK, CSc.**

vedúci práce

Olomouc 2024

## **ANOTÁCIA**

Infografika patrí medzi jeden z najrozšírenejších pojmov spätých so súčasnou vizualizáciou dát. Existuje široká škála odborných štúdií, výskumov, či článkov venujúcich sa infografike, avšak len z pohľadu jej využitia, ale nie ako objektu výskumu. Kartografia, podobne ako ďalšie vedné obory, začali pojem infografika prijímať a využívať jej obecné princípy. Doposiaľ kartografovia neprijali žiadne konkrétne vymedzenie pojmu infografika, a rovnako nestanovili jasne a logicky vyčlenenú jednotnú klasifikáciu – podobne ako aj iné vedné oblasti. V rámci kartografickej tvorby nie sú špecificky definované pravidlá či metódy umožňujúce systematickú aplikáciu infografických prostriedkov.

Cieľom dizertačnej práce je prostredníctvom splnenia stanovených dielčích cieľov predstaviť a unifikovať terminológiu infografiky, a navrhnúť systematický prístup pre hodnotenie infografiky v kartografickom výskume. Účelom je vymedziť jednotnú taxonómiu a klasifikáciu infografiky pomocou moderných prístupov s využitím vizuálnej analýzy aplikovanej v rôznych metodických prevedeniach.

Výsledky výskumu prinášajú zjednotenie najnovších prístupov vymedzenia a hodnotenia pojmu infografika a vizuálna analýza (nielen) v oblasti kartografie. Teoretické poznatky pretavuje do praktickej hodnotiacej metriky aplikovateľnej na existujúcu kartografickú a infografickú tvorbu. Práca tak predstavuje komplexný prehľad teoretického i praktického hodnotenia a identifikácie infografiky v kartografii z pohľadu terminologického, klasifikačného i vecného.

## **KLÚČOVÉ SLOVÁ**

infografika; vizuálna analýza; kartografia; vývoj; metrika

Počet strán práce: 143

Počet príloh práce: 2 (1 voľná)

## **ANNOTATION**

Infographics is one of the most widespread terms associated with contemporary data visualization. A wide range of scholarly studies, research, and articles are dedicated to infographics, albeit only from the perspective of its utilization rather than as an object of research. Cartography, like other scientific disciplines, has begun to embrace the concept of infographics and utilize its general principles. However, cartographers have not yet adopted any specific definition of infographics or established a clear and logically delineated unified classification, similar to other scientific fields. Within cartographic production, no specifically defined rules or methods enable the systematic application of infographic tools.

Therefore, the dissertation aims to present a unified terminology for infographics and propose a systematic approach to evaluating infographics in cartographic research. This approach focuses on visual analysis in various methodological approaches and aims to create a unified taxonomy and classification of infographics. This research seeks to unify the latest approaches to defining and evaluating infographics and visual analysis across the entire spectrum of cartographic production.

By utilizing the principles of visual analysis and theoretical knowledge, the dissertation will translate this information into practical evaluation metrics applied to existing cartographic and infographic production. This approach will provide a comprehensive overview of theoretical and practical evaluation and identification of infographics in cartography, focusing on terminological, classification, and substantive aspects.

## **KEY WORDS**

Infographics; Visual Analytics; Cartography; Development; Metrics

Number of pages: 143

Number of appendixes: 2

Prehlasujem, že:

- dizertačnú prácu, vrátane príloh, som vypracoval samostatne a uviedol som všetky použité podklady a literatúru,
- som si vedomý, že na moju dizertačnú prácu sa v plnej miere vzťahuje český zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, hlavne § 35 – využitie diela v rámci občianskych a náboženských obradov, v rámci školských predstavení a využitie diela školského, a § 60 – školské dielo,
- beriem na vedomie, že Univerzita Palackého v Olomouci (ďalej UP Olomouc) má právo nezárobkovo, k svojej vnútornej potrebe, dizertačnú prácu používať (§ 35 odst. 3),
- súhlasím, že údaje o mojej dizertačnej práci budú zverejnené v Študijnom informačnom systéme UP,
- v prípade záujmu UP Olomouc uzatvorím licenčnú zmluvu s oprávnením použiť výsledky a výstupy mojej dizertačnej práce v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona,
- použitie výsledkov a výstupov mojej dizertačnej práce alebo poskytnutie licencie k jej využitiu môžem len so súhlasom UP Olomouc, ktorá je oprávnená v takom prípade odo mňa požadovať primeraný príspevok na úhradu nákladov, ktoré boli UP Olomouc na vytvorenie diela vynaložené (až do ich skutočnej výšky).

V Olomouci dňa 04.06.2024

Jakub Koníček



Rád by som poďakoval vedúcemu práce **prof. RNDr. Vítovi Voženílkovi, CSc.** nielen za podnetné nápady a konštruktívne pripomienky pri vypracovávaní práce, ale predovšetkým za to, že ma zapojil do všetkých spektier akademického života, ktoré mi boli doposiaľ tou najväčšou školou.

Moja vďaka patrí taktiež **všetkým kolegom** z Katedry geoinformatiky UP, z ktorých sa od prvopočiatku stali priatelia, ktorí sa v dnešnej dobe hľadajú len veľmi ťažko. Predovšetkým ďakujem **Mgr. Radkovi Barvířovi, Ph.D., Mgr. Karlovi Macků, Ph.D.** a **RNDr. Alene Vondrákovej, Ph.D., LL.M.** za všetku pomoc nielen s dizertačnou prácou, doktorátom, ale aj všetkými pracovnými a osobnými strasťami. Taktiež za zážitky, ktorých snáď ešte bude veľké množstvo.

Za odbornú pomoc a ochotu sa podieľať na technickom vývoji nástroja ďakujem **Jakubovi Žákovi**. Všetkým respondentom dotazníkových šetrení a užívateľských testov za svoj čas a bezprostrednú spätnú väzbu, z ktorej som sa mohol aj ja sám niečo naučiť.

Tá najväčšia vďaka patrí **mojej rodine a všetkým blízkym**. Bez vás by nebolo nikdy možné písať poďakovanie ako posledné riadky v tejto dizertačnej práci – po jedenástich rokoch na škole, o ktorej som ani nevedel, čo sa na nej učí.

Ďakujem vám všetkým za to, že mi toto bolo umožnené, že ste to so mnou vydržali, podporovali ma a vždy mi boli oporou. Verím, že vám to budem schopný oplatiť.

# OBSAH

<b>Úvod</b> .....	<b>9</b>
<b>1. Ciele práce</b> .....	<b>11</b>
<b>2. Metódy riešenia cieľov dizertačnej práce</b> .....	<b>13</b>
<b>3. Súčasný stav riešenej problematiky</b> .....	<b>16</b>
3.1 Vizuálna analýza .....	20
3.1.1 Princípy vizuálnej analýzy .....	20
3.1.2 Vizuálna analýza v kartografickom výskume.....	24
3.2 Infografika.....	24
3.2.1 Motivácia a východiská infografickej tvorby.....	24
3.2.2 Praktické možnosti tvorby infografiky.....	25
3.2.3 Interpretácia pojmu infografika.....	27
3.2.4 Infografika v kartografii .....	30
3.2.4.1 Prístup ICA.....	31
3.2.4.2 Praktický prístup .....	33
3.2.4.3 Užívateľský prístup .....	34
3.2.5 Definícia a klasifikácia infografiky.....	37
<b>4. Hodnotiace a identifikačné metriky infografiky v mapách</b> .....	<b>39</b>
4.1 Prístupy hodnotenia a identifikácia grafického obsahu.....	39
4.1.1 Prehľad existujúcich prístupov .....	39
4.2 Koncept metriky IGV.....	41
4.2.1 Prehľad stanovenej terminológie.....	42
4.2.2 Výpočtová logika IGV .....	50
4.2.3 Interpretácia výsledkov .....	52
4.2.4 Technické a softwarové požiadavky metriky .....	53
<b>5. Overovanie funkcionality metriky IGV</b> .....	<b>56</b>
5.1 Prípadové štúdie .....	56
5.1.1 Realizácia experimentov .....	58
5.1.1.1 Software .....	59
5.1.1.2 Príprava vstupných dát.....	61
5.1.1.3 Zber vstupných hodnôt.....	63
5.2 Výsledky prípadových štúdií.....	63
5.2.1 Schematické obrazy.....	63
5.2.2 Mapy.....	72
5.2.3 Infografiky.....	77
5.2.4 Mapy vs. infografiky .....	80
5.2.5 Súhrnné výsledky .....	82

<b>6. Testovanie existujúcich metrik .....</b>	<b>84</b>
6.1 Dotazníkové šetrenie .....	85
6.2 Kvantitatívna analýza obsahu .....	88
6.3 Vizualne zhrnutie .....	92
6.4 Machine learning.....	96
6.5 Porovnanie výsledkov hodnotení .....	103
<b>7. Nástroj InfoMap .....</b>	<b>109</b>
7.1 Návrh.....	109
7.2 Vývoj.....	111
7.3 Overenie funkcionality.....	118
7.4 Používanie a uplatnenie.....	121
<b>8. Výsledky a výstupy .....</b>	<b>122</b>
<b>9. Diskusia.....</b>	<b>128</b>
<b>10. Záver .....</b>	<b>131</b>
<b>11. Literatúra .....</b>	<b>134</b>
<b>12. Summary .....</b>	<b>141</b>
Prílohy.....	144
Zoznam príloh.....	145

## ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK

<b>Skratka</b>	<b>Význam</b>
AI	Artificial Intelligence (umelá inteligencia)
API	Application Programming Interface
CMYK	Cyan Magenta Yellow black
ČÚZK	Český úřad zeměměřický a katastrální
DC	Dielčí cieľ
DPI	Dots Per Inch (bodov na palec, jednotka priestorového rozlíšenia obrazu)
DTP	Desktop Publishing
GIMP	GNU Image Manipulation Program
GMLMT	Graphic Map Load Measurement Tool – nástroj pre výpočet náplne mapy
GIS	Geografický Informačný Systém
HSV	Hue Saturation Value
ICA	International Cartographic Association
ICC	International Cartographic Conference
IG	Infografika (skratka použitá naprieč kapitolami)
IGV	Infographic Evaluation
ILD	Ilustratívna grafika
IT	Informačné technológie
JPG	Obrazový formát vyvinutý Joint Picture Experts Group
KGI	Katedra geoinformatiky PrF UP
LBS	Location-Based Service
MS	Microsoft
PX	Pixel (jednotka rastrovej grafiky)
PDF	Portable Document Format
PNG	Portable Network Graphics (obrazový formát)
QCA	Quantitative Component Analysis – kvantitatívna analýza obsahu
QTV	Kvantitatívna vizualizácia
ODS	Open Document Spreadsheet (formát)
RSM	Root Square Mean
RGB	Red Green Blue (farebný model)
SDE	Spatial Database Engine
SDI	Spatial Data Infrastructure
SPD	Priestorovo orientovaná grafika
TIF/TIFF	Tagged Image File (obrazový formát)
TXT	Text
UP, UPOL	Univerzita Palackého v Olomouci
VA	Vizuálna analýza (skratka použitá naprieč kapitolami)
WoS	Web of Science

# ÚVOD

Žijeme v rýchlej dobe obklopení množstvom rôznorodých informácií, ktoré musíme prijať, spracovať a analyzovať tak, aby sme ich mohli správne pochopiť, a následne vhodne interpretovať. Súčasná informačná spoločnosť produkuje viac dát a informácií ako kedykoľvek predtým – predovšetkým kvôli rýchlemu rozvoju moderných technológií. Technológie zasahujú do bežného života každého človeka čoraz viac a obsah v nich sa fenoménu narastajúcemu počtu prispôsobuje. Prezentácia informácií sa zjednodušuje, snaží sa byť veľmi názorná a predovšetkým vizuálne pútavá.

Samotná kartografia, už zo svojej podstaty, využíva princíp vizuálnej prezentácie dát od jej úplného prvopočiatku. Snahou každého kartografa je vhodne implementovať do mapy primeraný počet informácií týkajúcich sa znázorňovanej témy. Mapy sú častokrát dopĺňované niekoľkými druhmi nadstavbových kompozičných prvkov, ktoré pomáhajú zväčšovať informačnú hodnotu mapy samotnej. Tradičný koncept máp s využitím základných kompozičných prvkov sa však s enormným množstvom prezentovaných informácií v jednom obraze postupne vytráca a čoraz viac siaha po využití ďalších nadstavbových foriem dátovej vizualizácie, ktoré sa v mapových listoch stávajú dominantnými.

Jedným z často vyskytujúcich sa pojmov zviazaných s grafickou reprezentáciou informácií je infografika, obecné prijímaná ako prostriedok jednoduchej a zároveň veľmi efektívnej formy prezentácie informácií. Pojatie pojmu sa však často medzi autormi líši, častokrát veľmi diametrálne. Zhoda nie je badateľná ani v samotnej klasifikácii či identifikácii kľúčových stavebných prvkov. Absencia vedeckého vymedzenia vedie k terminologickej neurčitosti pojmu infografika – nie je to prvok, výtvor ani forma ani štýl. Infografika sa tak stáva pojmom, ktorý je síce všeobecne dobre známy, ale už horšie definovateľný a ťažko exaktne identifikovateľný.

Napriek nejednoznačnému vymedzeniu pojmu infografika, alebo práve i preto, sa stala súčasťou mnohých vedeckých prác. Nefiguruje v nej však väčšinou ako objekt výskumu ale prostriedok prezentácie dát. Práve z toho dôvodu existuje len obmedzené množstvo odborných prác a výskumov, ktoré by sa touto problematikou zaoberali formou jej podrobnej analýzy, prípadne kvantitatívneho hodnotenia. Vo vedeckých prácach neexistuje jednotné vymedzenie tohto pojmu, a ani presne a logicky zostavený základná typológia infografík. Taktiež sa nikto v plnej miere nevenoval zisťovaniu ich konkrétnemu kognitívnemu vplyvu na čitateľov.

Keďže existuje jasný stúpajúci trend využívania pojmu infografika, a to i v kartografii, je na mieste skonkretizovať túto problematiku a vyčleniť jej jasné pravidlá a konkrétne definície. Ideálnym prostriedkom na rýchle a efektívne hodnotenie sa ponúka využitie metód a princípov vizuálnej analýzy. Vďaka pridaniu vizuálneho prvku ku klasickým analytickým procesom je možné zmeniť pohľad na skúmanú dátovú sadu pomocou informačnej vizualizácie. Základom prístupu je osobitný transparentný analytický prístup aktívne zapájajúci ľudský faktor – myslenie či porozumenie. Všetky tieto prvky združuje do jedného veľkého cyklu, ktorého zmyslom je odhaliť skryté súvislosti v skúmaných dátach a jasne ich identifikovať a pochopiť ich (Andrienko, 2016). Dochádza teda k možnosti využiť všeobecne známe princípy infografiky k jej samotnému ohodnoteniu.

Dizertačná práca komplexne spracováva problematiku infografiky a vizuálnej analýzy s dôrazom na ich implementáciu v kartografii. Doposiaľ svetová kartografická komunita neprijala žiadne exaktné vymedzenie pojmu infografika a rovnako neboli stanovené jasne a logicky vyčlenené klasifikácie. V rámci kartografickej tvorby nie sú špecificky definované pravidlá či metódy umožňujúce systematickú aplikáciu infografiky v mapách. Predstavením konkretizovaného teoretického vymedzenia problematiky podloženého systematickým prístupom hodnotenia infografiky v kartografickom výskume s využitím vizuálnej analýzy a vypracovaním zjednocujúceho vymedzenia najnovších prístupov taxonómie s klasifikáciou bude možná prehľadnejšia orientácia v problematike, jej efektívnejšia tvorba a vo výsledku kvalitnejšia reprezentácia dát uchopiteľná širokou škálou užívateľov.

# 1. CIELE PRÁCE

Hlavným cieľom práce je *spresniť vymedzenie súčasného pojatia a klasifikácie infografiky v kartografii, navrhnúť a overiť novú metriku slúžiacu k jej hodnotení a identifikácii*. Prostredníctvom prípadových štúdií na širokom vzorku máp budú testované existujúce metriky založené na princípoch vizuálnej analýzy, spolu s novou navrhnutou metrikou, vedúce k identifikácii a hodnoteniu „miery“ infografického prevedenia máp. Výsledky testovania budú využité k optimalizácii vlastnej metriky. Prepracovaná metrika bude opäť preverená ďalším užívateľským testovaním. V závere je snahou práce vytvoriť *vlastný interaktívny online hodnotiaci nástroj* prakticky využívajúci navrhnutú metriku, ktorý bude vhodný k identifikácii a hodnotení infografiky v mapách.

Dizertačná práca má štyri dielčie ciele, ktoré budú postupne riešené a prinesú samostatné výstupy a výsledky, na ktorých základe bude možné dosiahnuť splnenie hlavného cieľa práce.

## DIELČÍ CIEĽ 1 (DC1):

### **Analýza prístupov a klasifikácie infografiky v súčasnej kartografii**

Prvým dielčím cieľom je spresniť pojatie infografiky v súčasnej kartografii na základe analýzy a komparácie existujúcich teoretických konceptov a prístupov. Na teoretickej úrovni budú analyzované a porovnané hlavné prístupy z oblasti infografiky (IG) a vizuálnej analýzy (VA) so zameraním na ich vecné vymedzenie a klasifikáciu. Snahou DC1 je primárne vyčleniť podstatu chápania IG a VA svetovými autormi zaoberajúcimi sa danou problematikou, vhodne získané poznatky syntetizovať a prehľadne prezentovať. Na základe vypracovanej analýzy vytvoriť teoretické východisko pre definovanie IG.

*DC1 vyústi v definíciu a podloženú klasifikáciu infografiky, ktorej cieľom bude sprehľadniť a konkrétnizovať súčasné neurčité pojatie problematiky. Prinesie konkrétne vymedzenie, od ktorého sa bude odvíjať ďalší postup prác v dizertačnom výskume.*

## DIELČÍ CIEĽ 2 (DC2):

### **Koncept novej identifikačnej a hodnotiacej metriky pre infografiku v mapách**

V druhom dielčom ciele bude navrhnutý koncept vlastnej metriky vhodnej k praktickej identifikácii a hodnoteniu infografiky v mapách, rešpektujúca teoretické vymedzenie v DC1. Rovnako, budú vybrané využiteľné metriky identifikácie infografiky mapách. Výber bude realizovaný na základe analýzy konceptov v DC1. Bude uvedený popis metrik, metódy výpočtu, funkcionality, vymedzené slabé a silné stránky, popísaná využiteľnosť, limitácie a iné.

*DC2 vo výsledku predstaví novú metriku spolu s ďalšími vyčlenenými metrikami vo forme prehľadu obsahujúceho ich charakteristiky, možnosti využiteľnosti a kritické limitácie pri identifikácii a hodnotení infografiky v mapách.*

## DIELČÍ CIEĽ 3 (DC3):

### **Užívateľské testovanie metrik pri identifikácii infografiky v mapách**

Tretím dielčím cieľom je prakticky overiť vyčlenené metriky v DC2 pri identifikácii infografiky v mapách prostredníctvom prípadových štúdií realizovaných na vzorku máp rôzneho charakteru, štýlu a pôvodu. Prípadové štúdie budú zostavené tak, aby rešpektovali všetky teoretické koncepty vyčlenené v predošlých dielčích cieľoch práce.

U metrik budú sledované konkrétne kritériá stanovené v DC2, popisujúce ich užívateľskú a výpočetnú náročnosť, možnosti využitia, reprodukovateľnosť alebo formu výstupov apod. Výsledky prípadových štúdií budú medzi sebou porovnávané. Na základe takto vykonaného testovania bude možné metriky ohodnotiť z pohľadu užívateľského i aplikačného.

*Hlavným zámerom DC3 je vyčleniť najvhodnejšie parametre a postupy metrik vhodných k identifikácii a hodnotení infografiky v mapách. Na základe získaných výsledkov optimalizovať vlastnú metriku navrhnutú v DC2, ktorá do testovania taktiež vstúpi.*

#### **DIELČÍ CIEĽ 4 (DC4):**

##### **Implementácia novej metriky do online nástroja**

Štvrtý dielčí cieľ práce prinesie implementáciu optimalizovanej metriky do online interaktívneho nástroja. *Hlavným cieľom DC4 je spracovať vlastnú metriku do podoby jednoduchého interaktívneho online nástroja, ktorý bude dostupný a využiteľný laickou i odbornou verejnosťou. Účelom vytvoreného nástroja bude identifikovať, hodnotiť a klasifikovať infografiku na ľubovoľnom mapovom liste. Vytvorený nástroj bude podávať kvantitatívne hodnotenia prislúchajúcich máp v grafickej a tabelárnej. Rovnako prinesie užívateľovi porovnanie s podobne ohodnotenými mapami. Webové prostredie bude obsahovať okrem samotného nástroja taktiež všetky výstupy jednotlivých dielčích cieľov spracované v jednoduchej interaktívnej podobe, čoho cieľom je dosiahnuť zvýšenie všeobecného povedomia o problematike IG a VA.*

*Výsledok DC4 bude syntetizovať všetky poznatky získané z jednotlivých dielčích cieľov, ktoré budú integrované do výsledného online prostredia.*



## 2. METÓDY RIEŠENIA CIEĽOV DIZERTAČNEJ PRÁCE

Dosiahnutie stanoveného hlavného cieľa dizertačnej práce je podmienené riešením stanovených dielčích cieľov DC1–DC4, ktoré na seba logicky aj vecne nadväzujú. Jednotlivé výsledky a postup prác systematicky vedú k zostaveniu novej metriky pre identifikáciu a hodnotenie infografiky v mapách. Zámerom práce je predovšetkým predstaviť *a) konkrétne pojetie a klasifikáciu infografiky v kartografii, b) kritické hodnotenie a výsledky testovania metrik využívajúcich princípy vizuálnej analýzy vhodných k hodnotení infografiky (nielen) v mapách, c) vlastný nástroj určený k identifikácii infografiky v mapách optimalizovaný na základe získaných poznatkov z celého dizertačného výskumu. Poznatky získané z výsledkov plynúcich z riešenia stanovených dielčích cieľov majú predovšetkým dopomôcť k správnej interpretácii a pochopeniu problematiky infografiky v kartografii.*

### DC1: Analýza prístupov a klasifikácie infografiky v súčasnej kartografii

Základom riešenia DC1 bude realizácia detailnej analýzy literárnych zdrojov, ktorej cieľom bude vymedzenie jasného pojetia infografiky. Primárnym účelom je identifikovať rozdiely v definíciách, klasifikáciách, názvosloví a samotnom vnímaní infografiky i vizuálnej analýzy.

Za účelom komplexného, detailného a systematického prístupu pri spracovávaní DC1 budú jednotlivé zdroje informácií vyberané podľa nasledujúcich kritérií:

- I. odborné vedecké články indexované v databázach Web of Science (WoS) alebo Scopus predovšetkým podľa kľúčových slov:
  - a. *infographics, information design, geoinfographics, data visualization, spatially oriented infographics* – zamerané na infografiku,
  - b. *visual analysis, visual analytics, data analysis, graphic analysis, visual evaluation* – zamerané na vizuálnu analýzu,
  - c. *map infographics, map evaluation, map graphics, map analysis* – zamerané na problematiku IG a VA v kartografii;
- II. odborné vedecké články a príspevky v kartografických časopisoch od roku 2000, s dôrazom na publikácie v rozmedzí 2013–2023, zamerané na problematiku IG a VA v kartografii. Bude sa jednať predovšetkým o nasledujúce publikačné zdroje:
  - a. *International Journal of Cartography,*
  - b. *The Cartographic Journal,*
  - c. *Cartography and Geographic Information Science,*
  - d. *Research agenda of International Cartographic Association (ICA),*
  - e. *eCARTO News ICA,*
  - f. *Zborníky z medzinárodných kartografických konferencií (ICC),*
  - g. *Zborníky z tuzemských kartografických konferencií,*
  - h. *Kartografické listy,*
  - i. *Geografie;*
- III. dostupné knižné publikácie, monografie či booklety so zameraním na problematiku *infografiky, dátovej vizualizácie, vizuálnu analýzu, analýzu dát, analýzy a hodnotenie máp, a hodnotenie grafického obsahu;*
- IV. tematicky zamarené webové stránky, aplikácie, blogy, databázy a nástroje približujúce aktuálne trendy v *infografike, dátovej vizualizácie a grafickom designe;*
- V. výsledky dotazníkového šetrenia zameraného na vnímanie definície pojmu infografika.

Získané poznatky a identifikované prístupy budú porovnané a usporiadané do prehľadného výstupu v tabelárnej podobe i v interaktívnej online verzii. Prehľad bude zostavený na základe nasledujúcich atribútov:

- I. použité pomenovanie (*použitý termín autorom*),
- II. definícia (*konkrétna charakteristika alebo pojmá*),
- III. klasifikácia (*delenie alebo vyčlenené kategórie infografiky*).

V prvých dvoch bodoch bude členenie spoločné pre IG a VA. Klasifikácia bude vyčlenená iba u infografiky, ako ústrednej téme dizertačnej práce.

## **DC2: Koncept novej identifikačnej a hodnotiacej metriky pre infografiku v mapách**

Všetky získané poznatky v DC1 budú priamo aplikované pri tvorbe vlastnej metriky k hodnoteniu a identifikácii infografiky v mapách. Prehľad bude zostavený na základe nasledujúcich atribútov s dôrazom na praktickú aplikáciu metriky:

- I. použité pomenovanie (*názov metriky podľa autora*),
- II. definícia (*charakteristika alebo popis metriky*),
- III. spôsob merania (*charakteristika aplikácie a popis hodnotiaceho procesu*):
  - a. vstup – *typ, druh, formát a charakter vstupných dát*,
  - b. tvorba – *pracovné prostredie alebo popis aplikácie*,
  - c. účel – *primárne využitie danej metriky*,
  - d. výstup – *typ, druh, formát a charakter výstupných dát*,
  - e. evaluácia – *hodnotenie danej metriky autorom alebo užívateľmi*.

Vytvorená metrika rozšíri zostavovaný prehľad už existujúcich metrick a prístupov, ktoré sú rovnako využiteľné k účelu hodnotenia a identifikácie IG. Výber metrick rešpektuje predom stanované kritéria, ktorých účelom je určiť teoretickú vhodnosť využiteľnosti v dizertačnom výskume. Vybranými kritériami sú *a) naplnenie podstaty vizuálnej analýzy podľa definície stanovenej v DC1, b) zdokumentované použitie pri hodnotení máp, dátových vizualizácií alebo iného grafického obsahu, c) využíva otvorený software*.

## **DC3: Testovanie metrick pri identifikácii infografiky v mapách**

Tretí dielčí cieľ bude zameraný na overenie využiteľnosti vybraných metrick v DC2 k identifikácii a hodnoteniu infografiky v mapách prostredníctvom konkrétnych prípadových štúdií. Pred samotnou aplikáciou metrick bude zhromaždených približne 30 tematických máp a geovizualizácií rôzneho druhu, pôvodu, tematického zamerania, grafického spracovania, časového vymedzenia a od odlišných autorov. Dôraz bude kladený na čo najväčšiu pestrosť výberu z pohľadu využitých kartografickým metód, výtvarného štýlu, grafického spracovania a podoby nastavbových kompozičných prvkov, vrátane dátových vizualizácií. Hodnotená vzorka bude zostavovaná tak, aby bola čo najviac diverzifikovaná, čím preverí univerzálnosť využitia jednotlivých metrick. Výber do referenčného súboru bude obsahovať digitálne statické mapy a rovnako aj naskenované ekvivalenty pôvodne tlačených máp.

Každé dielo z referenčnej vzorky bude postupne podrobené hodnoteniu vybranými metrikami popísanými v DC2. Jednotlivé výsledky budú medzi sebou porovnané a priebeh celého procesu aplikácie vhodne okomentovaný a ohodnotený podľa nasledujúcich kritérií:

- I. *výpočetná náročnosť,*
- II. *softwarová náročnosť,*
- III. *hardwarová náročnosť,*
- IV. *časová náročnosť,*
- V. *užívateľská prívetivosť,*
- VI. *miera automatizácie,*
- VII. *forma a výpovedná hodnota výsledkov.*

Po vyhodnotení kritérií bude zostavené grafické hodnotenie nielen jednotlivých testovaných máp, ale predovšetkým budú ohodnotené aplikované metriky. Snahou je overiť funkcionálnosť metrik na diverzifikovanom vzorku máp, vytvoriť ich grafické hodnotenie a popísať celkovú vhodnosť k využitiu pri identifikácii a hodnotení infografiky v mapách. Hlavným zámerom je porovnať metriky z pohľadu využiteľnosti pri identifikácii a hodnotení infografiky v mapách a získané poznatky z testovania aplikovať pri optimalizácii vlastnej navrhutej metriky.

#### **DC4: Implementácia novej metriky do online nástroja**

Posledný dielčí cieľ práce bude venovaný optimalizácii vlastnej navrhutej metriky tak, aby mohla byť spracovaná a publikovaná do voľne dostupného online nástroja. Parametre výsledného produktu by mali spĺňať nasledujúce požiadavky:

- I. *open-source online riešenie,*
- II. *user-friendly grafické rozhranie,*
- III. *možnosť importu v bežnom rastrovom obraze (napr. JPG, PNG, TIF, PDF),*
- IV. *automatizované alebo semi-automatizované spracovanie dát,*
- V. *grafické vyjadrenie výsledkov analýzy.*

S cieľom maximalizácie intuitívneho ovládania nástroja a jednoduchosti interpretácie výsledkov merania, bude nástroj podrobený užívateľskému testovaniu na reprezentatívnej vzorke respondentov. K hodnoteniu bude využitých vhodne zvolených metód testovania. Odhalením nedostatkov bude možné nástroj vylepšiť.

Výsledný hodnotiaci nástroj bude súčasťou väčšieho komplexného online prostredia, ktoré bude agregovať a prezentovať výsledky všetkých dielčích cieľov DC1–DC4. Jeho podstatou bude vytvoriť informačné prostredie predstavujúce infografiku, vizuálnu analýzu, ich súčasné pojetie a klasifikáciu, spolu s možnosťami merania infografiky v mapách vrátane univerzálneho funkčného nástroja. Užívateľ bude mať k dispozícii ucelený prehľad o problematike spolu s možnosťou konkrétneho ohodnotenia vlastného mapového diela.

### 3. SÚČASNÝ STAV RIEŠENEJ PROBLEMATIKY

Už v úvode tejto práce bola nastolená problematika zvyšujúcej sa potreby využitia grafickej reprezentácie dát. Táto potreba úzko súvisí s narastajúcim objemom prezentovaných informácií a narastajúcim trendom využitia informačných technológií a internetu.

Na začiatku roku 2023 bolo k internetu pripojených približne 5,16 miliardy užívateľov, čo je ekvivalent 64,4 % svetovej populácie k tomuto obdobiu. Rok predtým, v januári 2022, bolo toto číslo menšie o 98 miliónov užívateľov. Napríklad v Českej republike internet využíva 91,6 % populácie a na Slovensku 91,2 %. V oboch štátoch sa počet užívateľov zväčšil približne o 1 % oproti minulému obdobiu (Kemp, 2023). Čo je však dôležité z pohľadu problematiky vizuálnej komunikácie, na základe prieskumu spoločnosti GWI v rámci Global Internet Survey, 61 % opýtaných respondentov v produktívnom veku určilo, že ich hlavnou motiváciou k využívaniu internetu je vyhľadávanie informácií. Následne 55,2 % opýtaných internet používa ako komunikačný prostriedok s rodinou či priateľmi, a ďalej na vyhľadávanie noviniek o bližšie neurčených udalostiach (GWI, 2021). Najzásadnejším mýlnikom v modernej informatizovanej komunikácii je skutočnosť, že až 68 % svetovej populácie využíva mobilné telefóny a až 60 % populácia využíva sociálne siete. To znamená, takmer všetci internetový užívatelia využívajú k predovšetkým mobilné zariadenia a komunikujú či zisťujú informácie zo sociálnych sietí. Tými najobľúbenejšími medzi ľuďmi v produktívnom veku, čo sú všeobecne najčastejší užívatelia internetu, patria Whatsapp, Instagram, Facebook, WeChat, Doyin alebo TikTok a Twitter (v súčasnosti X) (Kemp, 2022).

Všetky uvedené fakty majú k problematike infografiky veľmi blízko. Informačná doba núti autorov využívať inovatívne metódy prezentácie dát, ktoré svoj obsah predajú veľmi rýchlo a zároveň efektívne – tak ako infografika. Tým ako sa zvyšuje počet užívateľov, tak sa zvyšuje aj objem prezentovaných informácií. Krum (2013) udáva, že okolo roku 1980 odpovedal priemerný denný počet obnos dát 44 novinám o 85 stranách. O tridsať rokov neskôr to už bol štvornásobok. Dnes je možné hovoriť v reči internetových technológií o takzvanej IP traffic, čo je tok dát cez internet, často označovaný ako webová prevádzka (HGInsights, 2023). Podľa Circo visual networking index (2018), v roku 2008 len samotný Google mal IP traffic 4 000 PB za deň. Predpokladá sa, že v roku 2022 toto číslo vzrástlo na 4,8 ZB na deň.

Zvyšujúci dátový tok so sebou nesie aj zvyšujúci podiel informácií určených ku zverejneniu pre koncového užívateľa. Zmiený nárast záujmu o vyhľadávanie informácií v internetovom prostredí ale predovšetkým zvyšujúci sa podiel užívateľov sociálnych sietí kladie dôraz na ich efektívne predanie – predovšetkým v obrazovej podobe obohatenej o stručný a výstižný popis.

*Prečo je grafická vizualizácia pre ľudské pochopenie dôležitá?*

*V čom je vlastne jej pridaná hodnota oproti informácii, prezentovanej bežným, najmä textovým opisom?*

Samozrejme, i text môžeme vnímať ako grafické spracovanie dát. V kartografii medzi základné i nadstavbové kompozičné prvky mapy patrí textom vyjadrená informácia. Prostredníctvom slov, ktoré sú zložené zo znakov, graficky vyjadrených určitým fontom s danými vlastnosťami, je predstavená určitá informácia. Takto koncipovaná sekvencia slov predstavuje užívateľovi, ktorý ho číta, danú tému v ňom vyjadrenú (Cambridge University Press, 2023). Text však nie je považovaný za samostatný druh vizualizácie. Vo väčšine prípadov je však základným stavebným prvkom grafov, diagramov, časových línií či wordcloudov. Pri jeho nadmernom využití vo vizualizácii je však obťažnejšia jeho interpretácia a je potrebná čoraz viac strojová analýza textu. To však nepopiera jeho zásadnú rolu vo vizualizáciách (Zhang, 2015).

Taktiež i text sa môže stať efektívnou dátovou vizualizáciou, a to v tom prípade, keď jeho vlastnosti budú zároveň vyjadrovať viac informácií zároveň. V rámci demonštrácie významnosti grafického spracovania na vnímanie textu, je vytvorený nasledujúci príklad: „v roku 2015 bolo na *Web of Science* približne 12 000 článkov zaoberajúcich sa kartografiou, avšak toto číslo bolo v roku 2018 už 18 000 článkov“ Keď je toto tvrdenie najjednoduchšie vizuálne prepracované iba zvýraznením kľúčových informácií do nasledujúcej podoby: „**v roku 2015** bolo na *Web of Science* približne **12 000 článkov** zaoberajúcich sa kartografiou, avšak toto číslo bolo **v roku 2018** už **18 000 článkov**,“ dominancia informácie je prevedená prostredníctvom vlastnosti písma na konkrétne vybrané informácie (Koniček, 2021). Vizuálne je text štruktúrovanejší a podstatné informácie sú čitateľom zachytené rýchlejšie. Do daného tvrdenia následne môžem pridať farbu, ktorá by opäť mohla zvýšiť informačnú bohatosť či len pritiahnúť pozornosť užívateľa. To isté platí o zmene typografie či veľkosti písma. Všetky tieto vizuálne zmeny prispievajú k lepšiemu porozumeniu prezentovanej informácii (Zhukova, 2020). V poslednom štádiu je možné túto informáciu prepracovať do podoby diagramu porovnávajúceho tieto dva roky a informácia bude predaná rýchlejšie a efektívnejšie, pretože farebné prevedenie pripúta pozornosť čitateľa oveľa rýchlejšie než monotónny text, proporcionálne delenie diagramu okamžite predstaví pomerné zastúpenie kategoriálnych hodnôt a v neposlednom rade popis predstaví presnú hodnotu. V podstate sa jedná o akúsi generalizáciu a transformáciu textovej informácie, tak ako je známa aj z kartografickej tvorby. Eliminujeme objem pri čo najmenšej strate detailnosti.

Vyššie zmienený popis sa snaží predstaviť podstatu vnímania a dôležitosť vizualizácie v prezentovaní informáciu rôzneho druhu. Je podložený viacerými odbornými štúdiami i bežnou praxou nielen v grafickej tvorbe.

Súčasná prezentácia dát určená ľudským užívateľom (pozn. nie strojom) sa zakladá na všeobecne známom tvrdení, že ľudia porozumejú oveľa rýchlejšie informáciám vyjadreným grafickým spôsobom, než tým, ktoré sú prezentované len prostým textovým opisom (Tufte, 1983). Zmienené tvrdenie potvrdzuje svojim výskumom Cleveland (1994), ktorý predstavuje, že ľudský mozog je oveľa rýchlejšie schopný identifikovať a pochopiť vzťahy medzi dátami či informáciami, pokiaľ sú zobrazené v grafickej podobe než napísané v textovej forme. K tomuto tvrdeniu sa prikláňajú taktiež Lancaster (2008) a Wright (2014), pričom dodávajú, že vizuálne spracovanie akejkoľvek informácie mnohokrát zlepšuje porozumenie danej problematike. Vizuálna informácia tak je určite rýchlejšie a lepšie spracovateľná a pochopiteľnejšia, pokiaľ je spracovaná v podobe grafov, diagramov či inej vizuálnej podobe, ako keď je popísaná prostým textom (Kosslyn, 2006).

Pridaná hodnota vizualizácie ale nespočíva len v popísaných prednostiach rýchlejšieho a efektívnejšieho predania požadovanej informácie. Jej prednosť je aj v tom, že môže odhaliť súvislosti, ktoré čísla alebo slová nedokážu názorne predstaviť.

Vizuálna analýza a infografika plne využívajú zmienenú pridanú hodnotu obrazovej informácie. Zatiaľ čo vizuálna analýza v kontexte analytickom, infografika predovšetkým v tom prezentačnom. Rozdielna je presnosť vymedzenia jednotlivých pojmov. Vizuálna analýza, ako dlhodobou využívaný analytický nástroj v rôznych odvetviach, má pomerne jasnú definíciu s mnohými spoločnými faktormi podrobnejšie predstavenými v kapitole 3.1. Kapitola prináša prehľad najdominantnejších teoretických prístupov k problematike vizuálnej analýzy a vymedzuje jej vnímanie v kontexte kartografie a infografického výskumu.

Naopak infografika je pojmom, ktorý sa v definičnom pojatí rozchádza. Existuje celá rada rozličných definícií ako teoreticky vymedziť tento pojem či ako ho klasifikovať. Absencia konzistentnosti teoretického vymedzenia so sebou prináša aj úskalia praktickej tvorby infografiky.

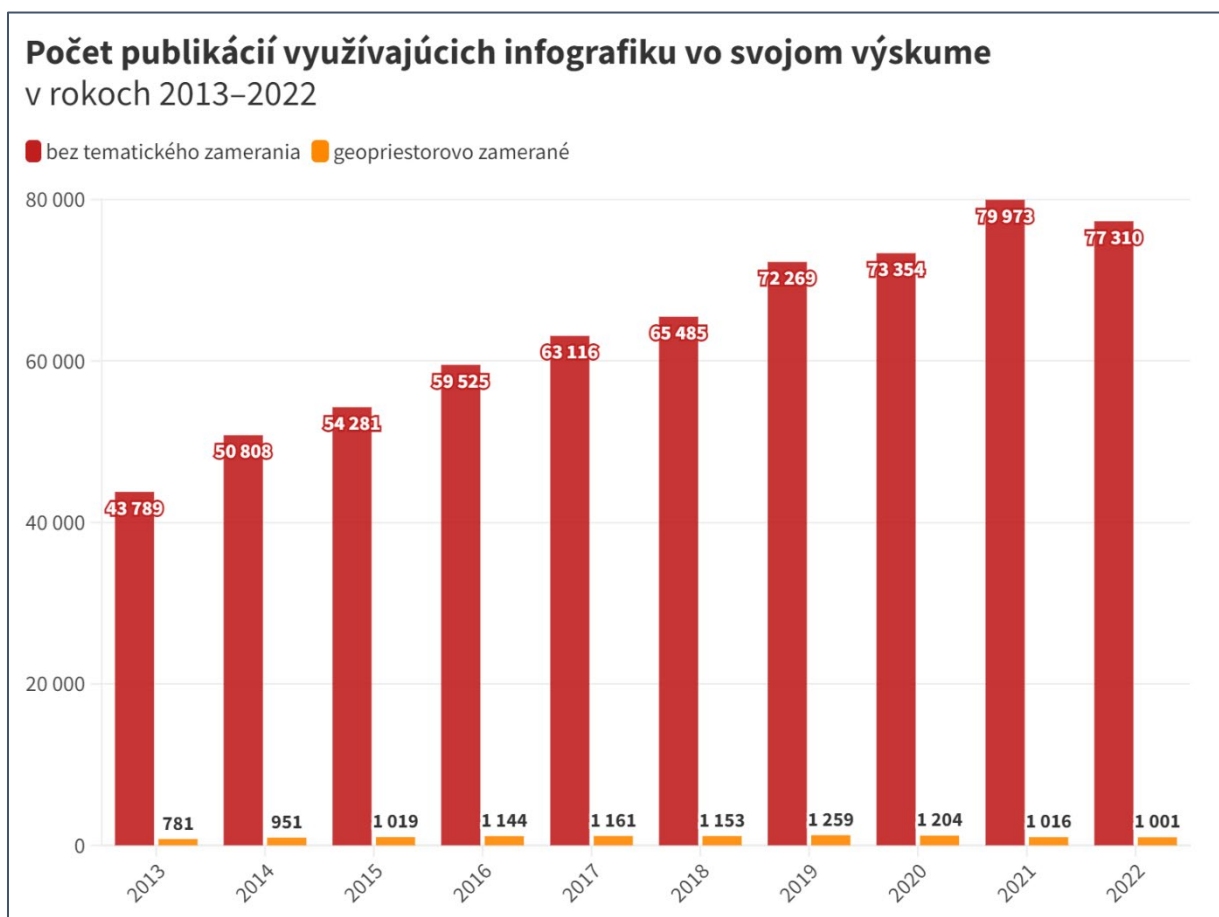




Najpočetnejší výskyt výskumov s kľúčovým slovom *infografika* sa oproti výskumu publikovaného v roku 2020 mierne zmenil. V roku 2020 boli najdominantnejšími oblasťami predovšetkým *medicínske a zdravotnícke vedy, psychológia alebo vzdelávanie*. Dominancia pretrvala predovšetkým v oblasti *informačných technológií (IT) a počítačových vedách*. Do oblasti počítačových vedných oborov sa v súčasnosti presunul najväčší záujem o využitie infografiky. Je možné jasne identifikovať oblasti *elektronické inžinierstvo, teoretické IT vedy* či *umelú inteligenciu*. Ústup prírodných vied z tejto analýzy je znateľný.

Z podrobnejšej analýzy je však možné identifikovať, že počet odborných článkov zaoberajúcich sa problematikou infografiky má vzostupnú tendenciu, výnimkou je len rok 2022. Prehľadávanie prebiehalo v pokročilom vyhľadávacom prostredí [www.webofscience.com](http://www.webofscience.com) prostredníctvom nasledujúcej formulácie: *ALL=(infographics) OR ALL=( information design) OR ALL=(data visualization) OR ALL=(geoinfographics) OR ALL=(spatially oriented infographics)*.

Vizualizácia na obrázku 2 vyobrazuje počet publikácií využívajúcich vo svojom výskume terminológiu stanovenú k prehľadávaniu publikácií orientovaných na infografiku (viz kap. 3.2). Pre určenie článkov, ktoré sú bližšie spojené s kartografiou bolo využité filtrácie priamo v prostredí WoS na oblasti *Information Visualization, Volunteered Geographic Information, Geostatistics, Geography Education, Geoengineering* a *Geodiversity*, pretože sa jednalo o oblasti najbližšie dotýkajúce sa kartografického výskumu.



Obrázok 2: celkový počet článkov a celkový počet priestorovo-orientovaných článkov zameraných na infografiku na WoS

Viditeľný je predovšetkým markantný rozdiel týchto publikovaných článkov (obrázok 2), kde je ročný objem okolo 1 000. Aj keď sa jedná iba o jednoduchú štatistiku akademických článkov bez ich hĺbkového štúdia, predstavené výsledky ilustrujú zapojenie kartografov, prípadne geovedných oborov do problematiky infografiky. Podrobnejší náhľad do problematiky v kartografii a jej vyčlenenie prináša kapitola 3.2.4.

V súčasnosti je veľmi náročné nielen z literatúry, ale aj bežnej diskusie, presne odvodiť, či infografika predstavuje grafický objekt, kartografický produkt, výtvarné dielo, formu znázornenia, spôsob spracovania, výtvarný štýl alebo grafický prístup. Odlišnosti súčasného pojatia sú značne diametrálne. *Je infografika iba vyjadrenie ľubovoľnej tematickej informácie v grafickej podobe? Alebo sa ňou rozumie grafická reprezentácia výhradne štatistických informácií? Potom je infografika v oboch prípadoch len ďalšie – možno populárnejšie, pomenovanie súčasných grafických, resp. štatistických výstupov. Je v tomto prípade infografika samostatný grafický prvok alebo nadstavbová súčasť inej grafiky? Čím sa ale líši od tých, ktoré boli používané doposiaľ?*

Odpovede na predstavené otázky vyvolávajú zložitú diskusiu odporcov a obhajcov uvedených pojatí (viď kapitola 3.2.3). Preto je potrebné sa rozhodnúť, či je infografika nejakým fyzicky definovateľným grafickým objektom alebo len štýlom, či konceptom, ktorý pridáva už existujúcim vizualizáciám špecifický informačný prejav pomocou vhodne volených grafických detailov prislúchajúcich danej téme. Konkrétnejšie vymedzenie preto prináša kapitola 3.2.5, kde na základe širokého prehľadu prístupov a prieskumov sa pokúša nastoliť teoretický základ infografiky. Kapitola 3.2.4.3 prináša interpretáciu vnímania infografiky laickou i odbornou verejnosťou prostredníctvom spracovaných dotazníkových prieskumov.

Upresnenie a konkrétna identifikácia pojmu infografika v kartografii potom následne prislúcha praktickému vymedzeniu prostredníctvom exaktnej metriky založenej práve na teoretických znalostiach o infografike. Úlohou takejto metriky je vyšpecifikovať stavebné prvky infografiky v kartografii, ktoré sa svojimi grafickými vlastnosťami odlišujú od máp. Tento metrický prístup, ktorý doposiaľ reálne neexistoval rieši praktická časť tejto práce v kapitole 4.2. Len na základe rozvíjajúceho exaktného merania v kartografii bude možné vydať finálne vymedzenie infografiky v kartografii na záver tejto práce.

## **3.1 Vizuálna analýza**

Cestou ku konkrétnemu vymedzeniu pojmu infografika je dôkladný kvalitatívny a kvantitatívny výskum, ktorý sa táto práca pokúša priniesť. Aplikáciou metód vizuálnej analýzy je možné pri vhodnom doplnení ďalšími analytickými metódami výskumu pokryť obe tieto oblasti – kvantitatívnu a kvalitatívnu.

Vizuálna analýza je podobne ako infografika pojmom, ktorý je vnímaný jednotlivými expertami rôzne. Je potrebné rozlišovať zmysel a cieľ vizuálnej analýzy. Zmysel je pomerne jednoznačný - je ním *zmeniť pohľad na skúmaný dataset, resp. analyzované dáta, pomocou informačnej vizualizácie*. Cieľom je *priniesť relevantné a správne výsledky, ktoré by bez zapojenia vizualizačnej časti nemuseli byť odhalené*.

### **3.1.1 Princípy vizuálnej analýzy**

Definície vizuálnej analýzy sa podobne ako u infografiky odlišujú, avšak v oveľa väčšej miere je v nich možné nájsť zjednocujúce prvky. Niektorí vníma vizuálnu analýzu ako prostriedok spracovania a porozumenia vizuálnej informácii, niektorí ako pokročilý analytický proces s využitím vizualizácií. Spoločným základom pre definovanie určitých metód je vizualizácie ako pojem samotný.



Vizualizácie pomáhajú vo všeobecnosti porozumieť zobrazovanej informácii jednoduchšie, rýchlejšie a efektívnejšie. Základom celého procesu a prístupu skúmania dát pomocou metód je osobitý transparentný analytický prístup, ktorý je prispôbený vnímaniu každého jedinca.

Vizuálna analýza okrem vizualizácie *zapája ľudský faktor – myslenie, kognitívne aspekty a data mining*. Všetky tieto faktory združuje do jedného veľkého cyklu, ktorého zmyslom je *odhaliť skryté súvislosti v skúmaných dátach* (Andrienko, 2016). Celý proces vhodne opísal Keim a kol. (2008): „*Najskôr analyzuj. Zobraz to dôležité, Priblíž, vyfiltruj a analyzuj znova.*”

V publikácii „*Illuminating the Path*” Thomas a Cook (2005) definovali vizuálnu analýzu ako *vedu zaoberajúcu sa analytickým rozhodnutím, ktoré je zjednodušené prostredníctvom interaktívnych dátových vizualizácií*. Až 50 % všetkých neurónov v mozgu je spojených práve s videním. Práve pohľad na vizualizácie je podnetom pre ich spustenie (McCormick, 1987). Z tohoto dôvodu rozumieme vizuálne reprezentovanej informácii lepšie a rýchlejšie.

Andrienko (2016), ako predný expert na vizuálnu analýzu, vymedzuje pojem vizualizácia hneď niekoľkými tvrdeniami. Nielen že vizualizácie, podobne ako štatistika, pomáhajú odhaliť skryté súvislosti, slabé a silné stránky, ale *vykresľujú procesy, ktoré by pri slovnom či číselnom popise zostali skryté*. Vizuálna analytika iba *hlbšie rozvíja už zmienené faktory pri riešení určitého problému*. Je to veda, ktorá sa zaoberá analytickým riešením určitej problematiky, podporená interaktívnym vizuálnym prostredím (Andrienko, 2013).

Analytickým riešením sa rozumie proces, ktorý vedie od určitých dát k ich porozumeniu. Zjednodušene je možné konštatovať, že *vizuálna analýza pomáha k interpretácii vstupných dát k ich hlbšej analýze, porozumeniu a vedie k následnému riešeniu alebo rozhodnutiu* (Thomas, 2005).

V kontexte vizuálnej analytiky sa často pracuje s termínom *vizuálne zhrnutie*. Termín aktívne využíva hneď niekoľko autorov vo svojich výskumoch orientovaných predovšetkým na rozdielnosť typológie dát (Duckham, 2001; MacEachren, 2005; Thomson, 2005); alebo na ich odlíšenie pomocou rozličných vizualizačných techník, ako Pang (1997), Sanyal (2009).

Tým z Pensylvánskej univerzity (Manson a kol., 2016) v rámci výskumu vizualizácie neistoty predstavil rozdielne pojmá vizuálneho zhrnutia pre hodnotenie vedeckých článkov. Na základe integrácie vlastností vybraných metód vizuálnej analýzy autori modifikovali afinný diagram pre hodnotenie neistoty (Skeels a kol., 2010), pomocou ktorého je možné vizuálne klasifikovať vybrané aspekty odborných článkov. Na základe jej aplikácie je možné bližšie špecifikovať vlastnosti hodnotenej problematiky pomocou definovaných domén, ktoré špecificky a objektívne vystihujú ich obsah. Navyše, vizuálny model je rozdelený do tematických sekcií, ktoré prinášajú ďalšiu pridanú hodnotu jednotlivým charakteristikám. Na základe takto vytvorených skupín je ďalej možné určiť vzťahy nielen vo vzniknutom klastri, ale aj medzi jednotlivými skupinami (Dam, 2019).

Vo väčšine prípadov sú *nástroje a metódy vizuálnej analýzy nasadzované na riešenie problémov, ktoré nemohli byť vyriešené algoritmicky* (Keim, 2008). Buď nebol dostupný nástroj alebo výpočetná metóda, ktorá by dosahovala uspokojujúcich výsledkov. Jedná sa predovšetkým o nekompletné, neurčité alebo konfliktné dáta, ktoré tak vytvárajú zo svojej podstaty komplexnejší problém. Často bývajú využité pre spracovanie tzv. Big Data.

Podstatným faktorom pri využití metód VA je *synchronizácia a vzájomná spolupráca človeka a počítača*. Nie je možné, aby metóda z technického hľadiska správne pracovala bez interakcie človeka. Môže sa jednať o zapojenie vo forme nastavenia parametrov, správnej reprodukcie výsledkov, alebo ich vhodnú interpretáciu.



Samotné vybrané interpretácie termínu *vizuálna analýza* podľa vybraných autorov zhŕňa tabuľka 1.

Tabuľka 1: Prehľad pojatí vizuálnej analýzy vybranými svetovými autormi v odborných publikáciách

AUTOR	POMENOVANIE	DEFINÍCIA
Andrienko (2016)	Vizuálna analýza	Vizuálna analýza okrem vizualizácie zapája ľudský faktor: myslenie, kognitívne aspekty a data mining.
Keim a kol. (2008)	Vizuálna analýza	Proces vizuálnej analýzy je možné opísať slovami: Najskôr analyzuj. Zobraz to dôležité, Priblíž, vyfiltruj a analyzuj znova.
Thomas a Cook (2005)	Vizuálna analýza	Veda zaoberajúca sa analytickým rozhodnutím, ktoré je zjednodušené prostredníctvom interaktívnych dátových vizualizácií.
Andrienko (2016)	Vizuálna analýza	Veda, ktorá sa zaoberá analytickým riešením určitej problematiky podporená vizuálnymi interaktívnymi prostrediami.
Thomas (2005)	Vizuálna analýza	Pomáha k interpretácii vstupných dát, k ich hlbšej analýze, porozumeniu a následnému riešeniu alebo rozhodnutiu.
Kolhammer a kol. (2011)	Vizuálna analýza	Je výskumná disciplína zameraná na čo najlepšie využitie obrovského množstva informácií aplikáciou vhodnej kombinácie inteligentnej automatickej analýzy údajov s možnosťami vizuálnej reprezentácie so zapojením analytického myslenia človeka.
Wang a kol. (2018)	Vizuálna analýza	Technika k hlbšiemu poznaniu dát, ktorá v sebe zahŕňa set dát vyobrazených pomocou vybraných vizualizačných techník, vďaka ktorým je možné odpovedať na analytické otázky.
Wall a kol. (2018)	Vizuálna analýza	Aplikácie vizuálnej analýzy podporujú prieskum údajov pomocou spájania výpočtových techník s interaktívnymi vizualizáciami. Kritickým aspektom je zapojenie ľudského aspektu, kde je možné využívať odborné znalosti k pochopeniu informácií.
Höferlin a kol. (2012)	Vizuálna analýza	Pristup, ktorý kombinuje silu automatických prístupov s vynikajúcimi analytickými schopnosťami človeka. Spojenie medzi nimi je zabezpečené pomocou vizualizačných techník a interakciou človek-počítač.
Pike et al. (2009)	Vizuálna analýza	Ústrednou požiadavkou vizuálnej analýzy je, že rozvoju ľudského pohľadu pomáha interakcia s vizuálnym rozhraním. Pretože vizuálna analytika sa zaoberá vzťahom medzi vizuálnymi prejavmi a ľudským poznaním, iba rozvinutie nových vizuálnych metafor je zriedka dostatočné na spustenie tohto náhľadu (kde náhľadom môže byť nový objav alebo potvrdenie alebo vyvrátenie predchádzajúcej viery). Tieto vizuálne zobrazenia musia byť zakomponované do interaktívneho rámca, ktorý formuje proces budovania ľudských vedomostí pomocou správnych nástrojov a metód na podporu zhromažďovania dôkazov a pozorovaní v teóriách a vierach.

V rámci dizertačnej práce sa bude operovať s jednotným termínom *vizuálna analýza*, ktorý je definovaný väčšinou štúdií a používa ho väčšina odborníkov. Termín je rovnako všeobecne známy a interpretovateľný i laickou verejnosťou.

Definície vizuálnej analýzy v kontexte práce bude vychádzať predovšetkým podľa Andrienko (2013, 2016) a Keim a kol. (2008), ktoré najvýstižnejšie obsahujú charakteristické rysy väčšiny štúdií a už zo svojej podstaty vychádzajú z obsiahleho výskumu problematiky VA. V tomto kontexte je *vizuálna analýza veda, ktorá sa zaoberá analytickým riešením problému prostredníctvom kombinácie štatistických metód a vizualizácií, ktoré aktívne zapájajú kognitívne aspekty človeka do svojho procesu. Na základe toho pomáha odhaliť aj skryté súvislosti vedúce k riešeniu a porozumeniu problému.* Jedná sa o previazaný proces, ktorý kombinuje viac na sebe závislých faktorov a riadi sa pracovnou osou: *analýza → vizualizácia → zobrazenie detailov → filtrácia → opätovná analýza.*

### 3.1.2 Vizuálna analýza v kartografickom výskume

Vizuálna analýza je dôležitou súčasťou kartografického výskumu a tvorby. Umožňuje kartografom *identifikovať vzorce a trendy v dátach*, ktoré by inak mohli byť nezachytené, a mapa by tak nemusela naplniť svoj potenciál (Krygier, 2016). To sa týka predovšetkým časti spojenej s prípravou dátovej sady pred samotnou tvorbou. Podstatnú rolu vizuálnej analýzy v explorácii dátových sád sa venuje aj Robinson (2017) alebo Slocum (2009).

Ďalšou významnou aplikáciou vizuálnej analytiky v kartografii je nasadenie jej nástrojov poslednej časti kartografického procesu – *hodnotení vytvorených mapových výstupov*. K tomuto účelu existuje špeciálna skupina vizuálnej analýzy nazvaná *geopriestorová vizuálna analýza*, ktorá sa zaoberá problémami týkajúcimi sa geografického priestoru a rôznych objektov, udalostí, javov a procesov v ňom (Popelka, 2019). Pomocou špecializovaných nástrojov pomáha efektívne ohodnocovať kartografické produkty a na základe výsledkových následne optimalizovať a vylepšovať (Andrienko, 2007).

Jedná sa o veľmi *multidisciplinárny proces* kombinujúci v sebe rôzne technológie a prístupy. *Geovizuálna analytika* musí v sebe zdôrazňovať prístupy založené na psychológii a súvisiacich kognitívnych vedách (Thomas, 2005). Mapy ako výstupy kartografickej tvorby sú určené pre človeka, ktorého vnímanie nie je možné odhadnúť len na základe bežných strojových analytických postupov.

Pretože vizuálne analytické nástroje sú založené na vizuálnych podnetoch, ktoré sa vnímajú zrakom, jednou z najlepších metód pre zber i hodnotenie dát je napríklad technológia *eye-tracking* (Popelka, 2018). Samotná metóda nielenže zhodnocuje vizuálny obsah priamo so zapojením užívateľa, ale takisto zapája nástroje vizuálnej analýzy do hodnotenia poradených dát. Vyčerpávajúci prehľad metód prináša Blascheck (2017).

Vizuálna analýza v kartografickom výskume je dôležitou súčasťou predovšetkým prípravy dát a záverečného hodnotenia výstupov. V oboch prípadoch je súčasťou celého procesu tvorby máp a geovizualizácií. Preto jej vybrané metódy a nástroje využíva i táto práca pri zostavovaní hodnotiacej metriky.

## 3.2 Infografika

*Infografika* – všeobecne známy pojem, ktorý doposiaľ nebol presne definovaný. Nasledujúce kapitoly prinášajú prehľad existujúcich prístupov vymedzujúcich infografiku a návrh ich logického prieniku, jej kategorizáciu spolu s návrhom vymedzenia pojmu infografika v kartografii.

### 3.2.1 Motivácia a východiská infografickej tvorby

Moderné trendy nastavujú vysoký štandard esteticosti dotýkajúcich sa všetkých oblastí grafického designu, do ktorých vizualizácia dát rozhodne patrí. Existuje široká škála dátových vizualizácií a ešte širšia paleta možností grafického designu ako tieto elementy vizuálne znázorniť. Čím viac je výtvarné znázornenie pútavejšie, tým je informácia efektívnejšie predaná. Pomáha zvýšiť pozornosť čitateľa, podporuje jeho porozumenie a motiváciu venovať sa danej problematike v hlbšom meradle (Setia, 2023).

Dôraz na estetickosti dátových vizualizácii dokazuje nielen zväčšujúci sa počet jednej z najväčších komunít zameraných na moderné a esteticky prepracované dátové vizualizácie – *Information is beautiful* (<https://informationisbeautiful.net>) založenej autorom rovnomenných kníh venovaných moderným infografikám Davidom McCandless. Okrem toho, že združuje jednu z najväčších komunít prispievateľov a fanúšikov, vyhlasuje každoročne *Information is beautiful awards* (<https://www.informationisbeautifulawards.com/>) za najlepšie výtvyry z oblasti dátových vizualizácií v rôznych kategóriách, zastrešených *Data Visualization Society*.

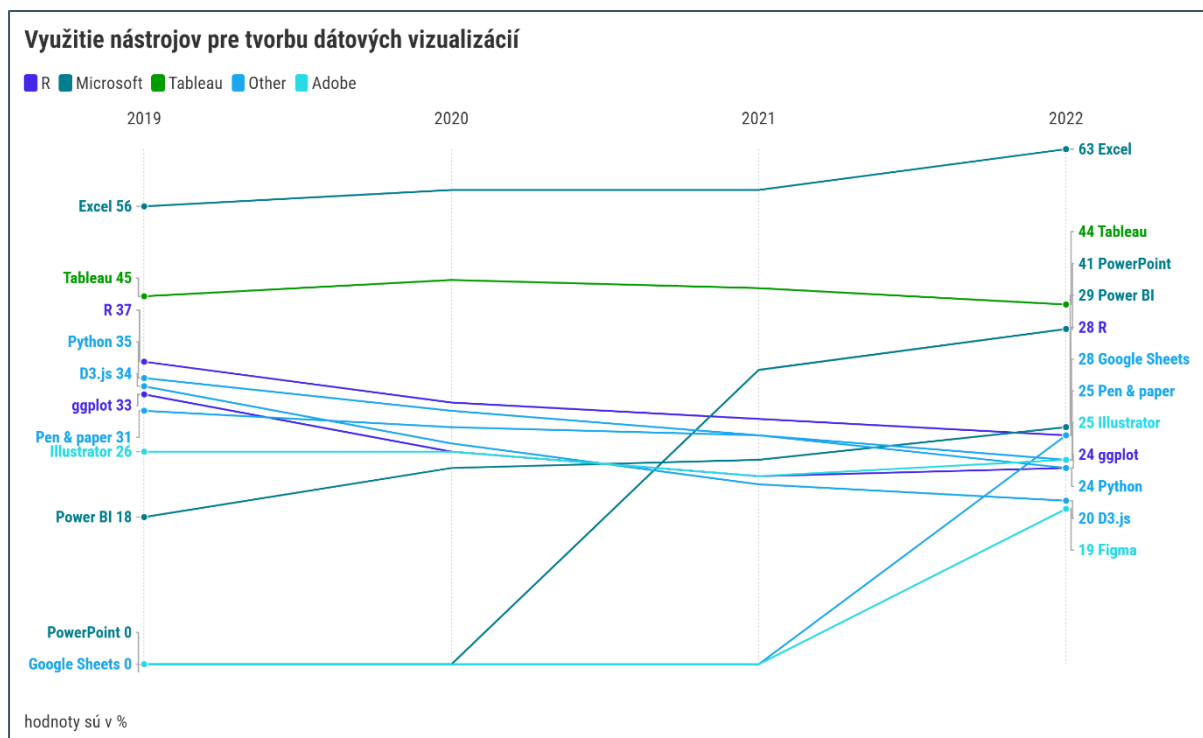
V českom prostredí neexistuje podobne rozšírená ani motivovaná skupina orientovaná priamo na dátovú vizualizáciu. Existuje však webová stránka [www.ceskeinfografiky.cz](http://www.ceskeinfografiky.cz), ktorá v nepravidelných intervaloch zverejňuje infografiky rôznych autorov v českom znení v podobe blogu. K prehľbovaní povedomia o dátových vizualizáciách a ich praktickou aplikáciou sa zaoberá *Český statistický úřad*, ktorý pravidelne vydáva infografiky, či časopis *Statistika a my*, kde sa snaží pomocou pútavých dátových vizualizácií popularizovať štatistiku ([https://www.czso.cz/csu/czso/aktivita\\_csu](https://www.czso.cz/csu/czso/aktivita_csu)). Výrazným tvorcom informačných vizualizácií je taktiež Jáchym Brzezina, vedúci oddelenia kvality ovzdušia Českého hydrometeorologického ústavu v Brne, ktorý na svojich súkromných stránkach [www.infoviz.cz](http://www.infoviz.cz) prezentuje predovšetkým dáta o životnom prostredí.

Spoločným menovateľom zmienených zdrojov je silný vplyv grafického designu a dôraz na vizuálnu estetickosť. Ako uvádzajú Dunlap a Lowenthal (2016) prínos zapojenia designu je príležitosťou k tomu, ako pokračovať v rozprávaní príbehu, a nie len vytvoriť zhrnutie. Cieľom každého tvorcu by malo byť okrem vytvorenia vypovedajúcej a správnej dátovej vizualizácie taktiež zaujímavú, pútavú a hlavne výnimočnú grafiku, ktorá zaujme pozornosť čitateľa.

Okrem odborných komunít vzrastá počet iniciatív, ktoré sa snažia medzi súčasnými grafikmi či dátovými analytikmi presadiť dôležitosť správnej a (v súčasnosti ešte) netradičnej formy dátových vizualizácií ako prostriedku efektívnej komunikácie. Medzi aktuálne patria napríklad *30 Day Chart Challenge* (<https://30daychartchallenge.org/about/>), ktorá vznikla v roku 2021 a koná sa každoročne v apríli. Vznikla z inšpirácie z kartograficky orientovanej výzvy *30 Day Map Challenge* (<https://30daymapchallenge.com/>) založenej Topi Tjukanovom v roku 2019 (koná sa každoročne v novembri). Obe výzvy majú rovnaký cieľ, združiť a motivovať tvorcov dátových vizualizácií či máp k mesačnej každodennej tvorbe vizualizácií s jediným obmedzením – témy, ktorá sa mení každý deň v danom mesiaci. Každý účastník následne denne zdieľa svoj výtvyry na sociálnej sieti X s patrične označeným hashtagom. Častokrát je prítomný aj krátky popis autora, ako bola vizualizácia vytvorená. Diela sú tak verejne dostupné a autori sa tak môžu navzájom inšpirovať a predávať si skúsenosti. Výziev sa každoročne účastní viac prispievateľov čím prehľbujú povedomie o problematike nielen medzi expertmi ale aj širšou verejnosťou.

### 3.2.2 Praktické možnosti tvorby infografiky

O vzrastajúcej popularite vizuálneho prezentácie dát svedčí aj narastajúce množstvo spôsobov, ako dáta vizualizovať. Medzi tradičné nástroje pre tvorbu grafov a diagramov patria platformy *R* (ggplot, RStudio), *Microsoft* (Excel, PowerPoint, PowerBI) alebo *Tableau*. Neustále taktiež vznikajú nové riešenia, kde je možné dátové vizualizácie vytvárať. V období medzi rokmi 2019–2022 je viditeľný nárast využívania najmä softwaru *Figma* a prostredia *Google Sheets*. Najväčší úpadok je viditeľný u využitia *R*, *Python* a *D3.js* (Data Visualization State of the Industry Survey, 2022). Celkový prehľad zobrazuje obrázok 4, kde je badateľný trend väčšej rovnomernosti využitia dielčích riešení.

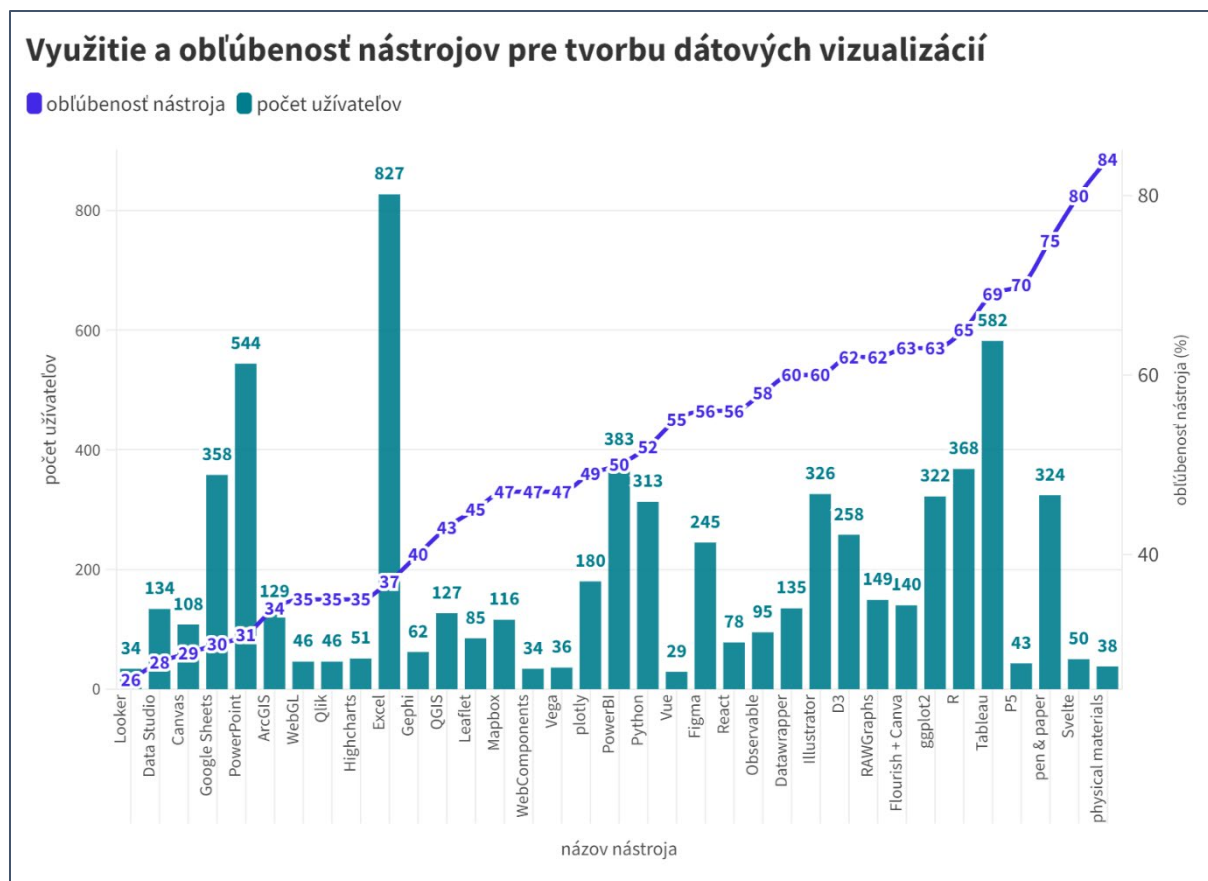


Obrázok 4: využitie riešení pre tvorbu dátových vizualizácií.  
Zdroj: autor podľa <https://www.datavisualizationsociety.org/soti-report-2022>

Predstavené nástroje môžeme zaradiť do kategórie, ktorú možno nazvať ako poloautomatická tvorba dátových vizualizácií. Sú v nich implementované zdrojové kódy v podobe šablón, ktoré je možno využiť pre jednoduchú tvorbu vizualizácií pomocou vlastných dát. Medzi tie najpopulárnejšie nástroje, ktoré umožňujú tvorbu vizualizácií z prázdneho plátna (bez predefinovanej šablóny), patrí celá kolekcia grafických programov, predovšetkým vektorovo orientovaných. Jedná sa najmä nástroje z balíčka *Adobe Creative Cloud* (Adobe Illustrator, Adobe Aftereffect), alebo open-source alternatíva *Inkscape* či *GIMP*. Data Visualization State of the Industry Survey (2022) prináša zaujímavé zrovnanie počtu užívateľov konkrétneho nástroja spolu s obľubou, s akou daný nástroj využívajú (viď obrázok 5).

So zväčšujúcim sa počtom nástrojov k tvorbe dátových vizualizácií narastá aj počet nástrojov, ktoré slúžia iba ako návody k ich správne koncipovaniu. Obecne narastá taktiež počet samotných dátových vizualizácií. Z toho dôvodu je potrebný vhodný výber vizualizácie pre konkrétny typ dát. K určeniu tej najvhodnejšej vizualizácie vzniklo hneď niekoľko online nástrojov, ktoré pomáhajú užívateľovi rozhodnúť, aký typ dátovej vizualizácie sa hodí práve pre jeho druh, charakter a usporiadanie dát. Zvolenie správnej vizualizácie je totiž kľúčovým faktorom k tomu, aby sa autor vizualizácie nedopustil chyby a neprezentoval dáta klamlivou formou (Huff, 1993). Medzi takéto nástroje patria napríklad *Data to Viz* (<https://www.data-to-viz.com/>), *Datavizproject* (<https://datavizproject.com/>) alebo *Datavizcatalogue* (<https://datavizcatalogue.com/>). Uvedené nástroje sú si veľmi podobné, avšak každý z nich prináša užívateľovi rozličný prístup k výberu vizualizácie či ukážky výsledného produktu.





Obrázok 5: Nástroje pre tvorbu dátových vizualizácií spolu s preferenciou obľuby užívateľa k ich využitiu.  
Zdroj: <https://bit.ly/dvs-tools>

Aj napriek tomu, že existuje niekoľko profesionálnych nástrojov na tvorbu dátových vizualizácií či dokonca infografík, stále veľmi veľké percento tvorcov využíva softwaru, kde je potrebné zapojiť vlastnú kreativitu a praktické schopnosti. Vo väčšine prípadov, keď je tvorená jedinečná dátová vizualizácia, či infografika, je nutné odpútať sa od šablónovej tvorby, a využiť širšieho spektra nástrojov so zapojením vlastného štýlu, podobne ako tomu je u tvorby máp v kartografii. Využitie grafických desktop publishing softwarov však už nemá nič spoločného s prieskumom dát či ich analýzou. Jedná sa o náročný manuálny proces autora vizualizácie, ktorý je častokrát veľmi zdĺhavý (Lysy, 2023).

### 3.2.3 Interpretácia pojmu infografika

Pri štúdiu odbornej literatúry alebo prezeraní blogov o grafike, je možné naraziť na mnoho vysvetľujúcich textov, kde autori podávajú rôzne vysvetlení tohoto pojmu. V jednotlivých definíciách je možné vždy nájsť aspoň čiastočnú zhodu, nikdy však nie sú jednotné. Smiciklas (2012), jeden zo súčasných trendsetterov moderného vizuálneho marketingu, charakterizuje infografiku ako *vizualizáciu dát, prípadne nápadov, ktorá sa snaží predat komplexnú informáciu k publiku takým spôsobom, v rámci ktorého môžu byť ľahko pochopené a konzumované*. To je však len inými slovami popisuje zaužívaný a vedecky potvrdený názor: „jeden obrázok vydá za tisíc slov“.

V nadväznosti na zmienené tvrdenie, je už viac než 20 rokov z výskumu Clevelanda (1994) preukázané, že ľudský mozog je oveľa rýchlejšie schopný identifikovať, pochopiť a zistiť vzťahy medzi dátami či informáciami, pokiaľ sú zobrazené v schematickej grafickej podobe a nie v textovej forme. Novodobejšie výskumy, napr. Koponen a Hilden (2019) kvantifikujú, že pomocou očí je možno do mozgu preniesť osemkrát viac informácií než ako dokážu všetky ostatné zmysly dohromady.

Podľa viacerých autorov práve infografika ideálne kombinuje všetky prednosti grafickej reprezentácie informácií. Newson a Haynes (2005) špecifikujú infografiku *ako grafické prevedenie zložitých informácií, dát alebo znalostí určených k ich rýchlemu a jasnému objasneniu*. Toto tvrdenie zdieľajú vo svojich dielach poprední odborníci nielen zo sveta grafického dizajnu a vizualizácie dát, hlavne Smiciklas (2012), Card (1999), Tufle (2007) a Holmes s Hellerom (2006), ktorí infografiky nazývajú ako „*vysvetľujúce grafiky*“.

V kontextu geografie a kartografie sa vyskytuje termín *geoinfografika*, ktorá podľa autorov He (2011) alebo Cheshire a Uberti (2014) spojuje prístupy tematickej mapy a obecného princípu infografiky, čím napomáha užívateľom pochopiť diela efektívne, presne a rýchlo.

V literatúre často dochádza k rozporu medzi definíciami prislúchajúcimi pojmom dátová vizualizácia a infografika. Niektorí autori je nerozlišujú a považujú ich za synonymá. Príkladom Stasko (2010) považuje infografiky za *informačné vizualizácie* (skrátene *InfoVis*) alebo *dátové vizualizácie*. Iní autori, najmä Rogers a Scaife (1996) spolu s McCormick (1987), vymedzujú dátovú vizualizáciu ako prostriedok, pomocou ktorého ľudia vnímajú, interpretujú, používajú a sprostredkovávajú informácie. Opačný postoj zastávajú odborníci na informačnú grafiku, dátové vizualizácie, či grafiku. Podľa Kruma (2014), predného amerického odborníka na informačnú grafiku, dátové vizualizácie a zakladateľa jednej z najpopulárnejších stránok z infografikami Cool Infographics (<http://www.randykrum.com/bio/>), sa vizualizácia dát zaoberá spracovaním a následne obrazovým znázornením zložitého a rozsiahleho množstva dát. Typickým príkladom je graf alebo tabuľka. Infografika je však podľa neho *komplexný súbor prvkov jednotného grafického designu, obsahujúceho vizualizácie dát, ilustrácie, text a samotné obrázky či fotografie*. Všetky tieto prvky dávajú spolu vo výsledku jeden celok, ktorý je práve označovaný ako infografika alebo informačná grafika – nie však dátová vizualizácia (Krum, 2014). Poštolka (2015) vo svojej práci bližšie vyčleňuje jeden nadradený prvok dátovým vizualizáciám aj infografikám, nazvaný *informačný dizajn*. Možno ho definovať ako *umenie a zároveň vedu prípravy informácií*, ktorú môžu ľudia efektívne a účinne používať. Jedná sa zjednodušene o logickú úpravu väčšieho množstva informácií do grafickej podoby, pričom si zachovávajú jednotný štýl (Jacobson, 1999). V rámci tejto dizertačnej práce je akceptovaná odlišnosť pojmov infografika a dátová vizualizácia.



Prehľad jednotlivých pojatí infografiky podľa vybraných autorov je spracovaný v tabuľke 2. Predstavuje definíciu, pomenovanie a klasifikáciu infografiky (pokiaľ je uvedená) s prislúchajúcou citáciou.

Tabuľka 2: vymedzenie pojmu infografika vybranými svetovými autormi v odborných publikáciách

AUTOR	POMENOVANIE	DEFINÍCIA	KLASIFIKÁCIA
Albers (2015)	infografika	Infografika je spôsob použitia grafického designu pre zobrazenie obsahu, ktorého najväčšiu výhodou je predanie komplexnej informácie efektívnejšou formou.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zoznam</li> <li>• Snímka</li> <li>• Jednoduchá informácia s obrazom</li> <li>• Proces alebo priebeh</li> </ul>
Arum (2017)	infografika, informačná grafika	Infografika je skratka z informačnej grafiky, čo je technika na vizualizáciu údajov alebo nápadu od komplexných informácií k niečomu, čo je pre publikum ľahšie stráviteľné. Infografika sa špecializuje na reprezentáciu údajov alebo poznatkov rozprávaním príbehu, pri ktorých sa vizualizácia údajov zvyčajne generuje automaticky a používa sa na pochopenie veľkého množstva údajov alebo informácií, najmä vo vede a na akademickej pôde.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Statické</li> <li>• Pohybové</li> <li>• Interaktívne</li> </ul>
Bellato (2013)	infografika	Infografika najčastejšie prevedie text do grafického výstupu, ktorý je stručný, pochopiteľný a zdôrazňuje hlavnú myšlienku.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Online plagáty</li> <li>• Videá</li> <li>• Animácie</li> </ul>
Card a kol. (1999)	informačná vizualizácia	Reprezentácia dát, ktorá podporuje kognitívne myslenie.	
Dur (2014)	infografika	Infografika zahŕňa vizuálnu a príbehovú prezentáciu určitého subjektu, ktorá poskytuje rôzne údaje súčasne. V tomto vizuálnom príbehu ako prezentácia je možné použiť rôzne prvky, ako sú obrázok, ilustrácia, typografia, mapa a vizualizácia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informačné</li> <li>• Pútavé</li> <li>• Presvedčujúce</li> </ul>
He a kol. (2011)	geoinfografika, geoinformačná vizualizácia	Komplexná vizuálna reprezentácia priestorových a atribútových dát, ktorá podporuje poznávanie okolia človekom. Kombinuje tematické mapy s infografikami.	
Jacobson (1999)	informačná grafika	Logická úprava väčšieho množstva informácií do grafickej podoby, pričom si zachovávajú jednotný štýl	
Krum (2013)	infografika	Infografika prináša nový prístup grafického designu, ktorý kombinuje dátové vizualizácie, ilustrácie, text a obrázok do formátu, ktorý rozpráva kompletný príbeh.	
Krum (2013)	infografika, informačná grafika	Komplexný súbor prvkov jednotného grafického designu, obsahujúceho vizualizácie dát, ilustrácie, text a samotné obrázky či fotografie.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Statické</li> <li>• Zoomovacie</li> <li>• Klikacie</li> <li>• Animované</li> <li>• Video</li> <li>• Interaktívne</li> <li>• Online</li> <li>• Informatívne</li> <li>• Presvedčujúce</li> <li>• Vysvetľujúce</li> <li>• Reklamné</li> <li>• PR</li> <li>• Plagáty</li> </ul>
Lakow (2012)	infografika, informačná grafika	Infografika komunikuje pomocou symbolov a ilustrácií, ktoré pomáhajú rýchlejšiemu pochopeniu prezentovaných informácií.	
López (2017)	infografika	Interdisciplinárny komponent, ktorý umožňuje objektivizovať hĺbku a silu informácii v čase a priestore.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zdefujúce</li> <li>• Presvedčujúce</li> <li>• Hypertextové</li> </ul>
Majooni (2018)	infografika, informačná grafika	Infografika je ekvivalent informačnej grafiky. Infografika zvyčajne obsahuje príbeh, ktorý je do nej vložený; možno ho preto považovať za metódu vizuálneho rozprávania.	
Haynes a Newsom (2005)	infografika	Grafické prevedenie zložitých informácií, dát alebo znalostí určených k ich rýchlemu a jasnému objasneniu.	
Poláček (2015)	infografika	Všetky prejavy počítačovo-generovanej grafiky v danej relácii.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pravidelná</li> <li>• Občasná</li> </ul>

Poštolka (2015)	informačný dizajn	Umenie a zároveň veda prípravy informácií, ktorú môžu ľudia efektívne a účinne používať.	
Poštolka (2015)	informačná grafika	Vizuálne znázornenie informácií, dát a znalostí, vytvorené s prvotným úmyslom rýchleho a účinného prezentovania týchto komplexných informácií. Znázornenie informácií môže byť podané prostredníctvom jednotlivých vizualizácií, medzi ktoré patria napr. diagramy, tabuľky a grafy.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informatívna</li> <li>• Presvedčujúca</li> <li>• Reklamná</li> <li>• Propagačná</li> <li>• Vizuálny výklad</li> <li>• Plagát</li> </ul>
Scott a kol. (2016)	informačná grafika alebo infografika	Informačná grafika alebo infografika využíva obrázky a vizualizácie údajov (koláčové grafy, stĺpcové grafy, spojnicové grafy) na predstavenie výskumu pútavým spôsobom. Infografika predstavuje pridanú hodnotu zvýšením porozumenia a dosahu výskumu. Je oveľa pravdepodobnejšie, že budú informácie predané lepšie a rýchlejšie z infografiky než len z textu.	
Serenelli a kol. (2000)	infografika	Grafická kolekcia integrujúca rozdielne médiá v jednoduchých diagramoch: textových, obrázkových, symbolických a schematických.	
Shimajima, a Katagiri (2008)	informačná grafika	Zobrazenie "vyššie a nižšieho levelu" informácií v konkrétnom obraze	
Siricharoen (2015)	infografika, dátová vizualizácia	Infografika je dátová vizualizácia, ktorý poskytuje rýchlo a zreteľne komplexné informácie. Infografika je súčasťou dátovej vizualizácie. Základ infografiky sa skladá z troch hlavných častí. Sú to vizuál, obsah a vedomosti.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Textové boxy</li> <li>• Sekvencie</li> <li>• Mapy</li> <li>• Diagramy</li> <li>• Grafy</li> </ul>
Šišková (2017)	infografika	Jedná sa o grafickú reprezentáciu informácií, dát a znalostí, ktorej cieľom je jasne a rýchlo prezentovať.	
Smiciklas (2012)	infografika	Vizualizácia dát, prípadne nápadov, ktorá sa snaží predáť komplexnú informáciu k publiku takým spôsobom, v rámci ktorého môžu byť ľahko pochopené a konzumované.	
Stasko (2010)	informačné vizualizácie (infovis)		
Tufte (2001)	informační grafika	Grafické znázornenie kvantitatívnych informácií, ktoré by malo slúžiť k jasným a rozumným účelom, medzi ktoré patria deskripcia, prieskum alebo dekorácia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Časová os</li> <li>• Grafy</li> <li>• Diagram</li> <li>• Tabuľky</li> <li>• Dátové mapy</li> </ul>
Ware (2004)	informačná vizualizácia	Interaktívna vizuálna reprezentácia abstraktných dát, ktorej účelom je posilniť kognitívne procesy.	

Podobne ako tomu je u publikovaných prác a vedeckých článkov – keď je položená nezainteresovaným ľuďom jednoduchá otázka, čo si pod slovom infografika predstavujú, vo väčšine prípadov sa ich odpovede nezhodujú, avšak nesú spoločné rysy.

### 3.2.4 Infografika v kartografii

Tak ako sa vyvíjala spoločnosť, kultúra a samotný svet, vyvíjala sa aj kartografia a kartografická tvorba. Ľudia dlhé generácie zakresľujú rôzne miesta na Zemi i mimo nej do máp. Vytvorenie prvých primitívnych máp je možné datovať viac než 25 000 rokov do minulosti. Pavlovská mapa, ako najstaršia dochovaná mapa, bola vyrytá do mamutieho kľa. Na zaznačenie okolitého sveta obyvateľov, vytyčovanie teritórií alebo ťahu zvery sa okrem iného využívali skalné steny (Beduínska mapa), hlinené doštičky (Babylonská mapa) či textilie (čínske mapy na hodvábe). Od zakresľovania predstáv o svete až po zaznamenávanie presnej polohy z výprav okolo sveta, vždy bol v mapách badateľný určitý špecifický rukopis a motívy aktuálneho umeleckého štýlu.

Dnes, keď sa človek dokáže do niekoľkých sekúnd priblížiť vďaka družicovým snímkam na ktorékoľvek miesto na svete, vyhľadať ideálnu cestu do požadovaného cieľa pomocou chytrého telefónu, je posun v kartografii enormný. Len veľmi ťažko je ho možné porovnávať s výtvormi aj keď len niekoľko rokov starými.

Kartografická tvorba sa však stále riadi určitými trendami, vyvíja sa a rešpektuje konkrétne pravidlá. Vždy bolo možné identifikovať vplyv aktuálnych svetových trendov a taktiež problémov, či už spoločenského, politického alebo umeleckého charakteru. Každý zo zmienených vplyvov vyprofiloval kartografiu a kartografickú tvorbu do podoby ako ju aktuálne poznáme. S určitosťou je možné tvrdiť, že vývoj bude naďalej pokračovať a neustále budú prichádzať zmeny rôzneho významu a dôležitosti.

### 3.2.4.1 Prístup ICA

Evolúciu kartografie je potrebné premyslene riadiť tak, aby sa neustále držala aktuálnych trendov a bola nadčasovou. V opačnom prípade sa môže veľmi jednoducho zaradiť k prekonaným vedám. Práve z toho dôvodu je potrebné neustále reflektovať aktuálne trendy, inovovať zažitú metódu a hlavne prinášať tie nové. To sa však nezaobíde bez ich neustáleho sledovania. Túto funkciu by mala zastrešovať Medzinárodná kartografická asociácia (ICA), ako hlavný zastrešujúci orgán súčasného i budúceho smerovania kartografického výskumu. Ako uvádzajú oficiálne stránky [icaci.org](http://icaci.org) (2021), cieľom ICA je zabezpečiť, aby kartografia a GIScience boli využívané s maximálnym účinkom a plným potenciálom v prospech spoločnosti a vedy prostredníctvom propagácie, a medzinárodného zastúpenia týchto disciplín. Prostredníctvom tematických odborných komisií, pracovných skupín a pravidelne vydávaných strategických plánov či noviniek, ICA informuje a prispôsobuje svoju činnosť aktuálnym trendom.

Analytické šetrenie prevedené za účelom identifikácie kľúčových míľnikov v rámci kartografického vývoja podrobne popísaného v článku Koníček (2020), indikovalo smerovanie a vývoj kartografie z pohľadu ICA od roku 2013. Táto práca dopĺňa informácie z uvedeného článku do súčasného kontextu v roku 2023. Prostredníctvom metód vizuálnej analýzy, text miningu a počítačovej lingvistiky boli spracované tematické oblasti záujmu ICA i Medzinárodných kartografických konferencií (ICC), pravidelne vydávané eCARTO News, strategické plány či publikácie v rámci tzv. výskumnej agendy.

#### ICA novinky

Výsledky analýzy príspevkov eCARTO News preukazujú, že je možné identifikovať niekoľko výrazných kľúčových tém v čase. Ich prehľadná vizualizácia je dostupná v interaktívne <https://bit.ly/ecarto-key-words>. Zreteľne je možno identifikovať najpočetnejšie zastúpené výrazy „map“, „mapping“, „cartography“. Logicky, vzhľadom k danej problematike sú tieto výrazy opodstatnene zastúpené najviac. Zaujímavé je sledovať vývoj menších zastúpení kľúčových slov, predovšetkým ich variabilitu a množstvo. Jednoznačne je možné dedukovať, že roky 2015 a 2016 boli najobsiahlejšie z hľadiska rôznorodosti obsiahnutých tém. Je znateľný taktiež nárast online a webovo-orientovaných pojmov, čo logicky reflektuje rozmach online riešení a technológií nielen v kartografii. Oproti rokom 2013 a 2014 je tento rozdiel signifikantný. V posledných troch rokoch sledovaného obdobia je badateľný pokles využívania pojmov „mapping“ a „map“ (oproti roku 2013 skoro o 100 %) a naopak nárast výskytu pojmov ako „education“, „history“ a „cartography“. Časovú zmenu kľúčových pojmov a popísaných tém je možné si prezrieť v interaktívnej vizualizácii. ICA a jej pridružené organizácie sa okrem zmeny odborného smerovania snažia vydať edukačným smerom zo zámerom väčšej propagácie povedomia o kartografii ako takej. Toto tvrdenie podporujú Virrants, Fairbain a Kraak (2009) v štúdiu venovanej výskumnej agende z oblasti Kartografie a geoinformatickej vedy, kde explicitne vydávajú odporúčenia ICA s navýšením edukačných aktivít, predovšetkým smerom ku laickej verejnosti. Špecifický nárast alebo zmienka o problematike infografiky v kartografii nebola v analyzovaných textoch nájdená.



Najdominantnejšími témami sú *priestorové dáta a analýzy, dizajn, história, otvorené dáta* či *kartografia hôr* venujúca sa turistickým mapám. Podrobnejšia analýza posledných dvoch konferencií indikuje nárast až o 12 tematických okruhov. Je možné konštatovať, že boli zaradené oblasti venujúce sa prepojeniu kartografie s aktuálnymi trendami. Sú nimi *robotika, autonómne vozidlá, umelá inteligencia, otvorené dáta a software, Big Data, hry* alebo *crowd-sourcové informácie*. Zaujímavý je opätovný návrat oblasti teoretickej kartografie, ktorý je spojený s edukačne motivovanými aktivitami ICA definovaných v strategickom pláne ICA (ICA, 2010).

Porovnanie tematických okruhov tokijskej konferencie z roku 2019 a kartografickej konferencie vo Florencii v roku 2021 prináša pokles počtu tematických oblastí. Celkom bolo eliminovaných sedem tematických oblastí, pričom pribudne iba jedna nová. Konferencia nebola venovaná oblastiam *vizuálnej analýze a mapovaniu životného prostredia*, a taktiež napríklad *topografickému mapovaniu*. Pribudla nová oblasť venovaná *webovej kartografii, mapovým službám a cloudovým výpočtom*. Táto vystihuje primárne smerovanie technológií a výskumu nielen v oblasti kartografie a geoinformatiky. ICC 2023 v Kapskom meste priniesla návrat témy *vizuálna analýza a toponymá* avšak špecifickú oblasť zameranú na modernú vizualizáciu dát taktiež nepriniesla.

Vzhľadom na výsledky analýzy zverejňovaných aktivít ICA a ICC je možné konštatovať minimálny záujem o problematiku. Z analýzy vyplynulo, že v popisovaných záznamoch ICA sa v rokoch 2013–2023 nevyskytovali signifikantne významné zmienky o infografike. ICC tematické okruhy medzi sebou neobsahujú sekciu venovanú práve infografike. Medzi príspevkami ICC bolo identifikovaných päť záznamov, ktoré pojednávajú o infografike v kartografii, z toho jeden v roku 2013 a po dvoch v rokoch 2017 a 2019.

Na základe prevedeného výskumu je možné konštatovať, že ICA i odborná kartografická verejnosť vníma súčasné trendy a snaží sa im prispôsobovať. Predovšetkým infografiky sa to však veľmi netýka a odborný výskum v tejto oblasti zaostáva. Kartografický základ je stále postavený zväčšiny na rovnakých pravidlách, ktoré boli stanovené v dobách pred tak významným rozmachom informačných technológií. Tento fakt je badateľný v rámci štúdie hlavne z analýzy tematického zamerania komisií ICA a tematických oblastí ICC. Nadpolovičná väčšina všetkých oblastí pochádza z viac než 5 až 10 rokov starých základov. V kontexte vývoja IT, ktoré sa mení doslova skoro každý mesiac, je pravdepodobne nutné pristúpiť k významnejšej zmene.

### **3.2.4.2 Praktický prístup**

V súčasnosti je pozorovaný neustály nárast prepojenosti grafického dizajnu a kartografie. Rastúci dopyt užívateľov po jednoduchých a kvalitne graficky spracovaných mapách vyžaduje od vydavateľov neustále vylepšovanie produkovaných diel. V oblasti publicistickej tvorby, kde je použitie máp a infografík obzvlášť populárne, dochádza často k porušovaniu kartografických pravidiel, a nedodržiavaniu zásad tvorby dátových vizualizácií. Aj keď vizualizácie často príjemným spôsobom prezentujú zdrojové informácie, ich nesprávna aplikácia môže dáta skresľovať, čo vhodne popisujú Monmonier (2018) vo svojej publikácii *How to Lie with Maps* a Huff (1954) v diele *How to Lie with Statistics*. Tieto práce, ktoré vznikli pred IT boomom v 21. storočí, dokazujú, ako nesprávna aplikácia metód môže viesť k dezinformáciám.

Použitie infografického štýlu v mapách predstavuje podobné riziká pre kartografy, ako je to u grafických dizajnérov. Kartografi musia efektívne vizualizovať nepriestorové informácie, ktoré často neboli predmetom ich vzdelávania (Vondráková, 2023). To môže viesť k opomenutiu alebo nesprávnemu dodržiavaniu postupov tvorby a grafickej interpretácie. Logicky sa ponúka spolupráca medzi grafickými dizajnérami a kartografmi, ktorá by mohla pomôcť eliminovať vzniknuté chyby.



Napriek absencii publikačnej podpory pre toto tvrdenie, v praxi v projektových tímoch kartografi a grafickí dizajnéri často zastávajú všetky role spojené s grafickou prezentáciou dát v jednej osobe. Kartograf obvykle zastáva viacero rolí v projekte – GIS špecialista, grafik, DTP špecialista či administratívny pracovník. Zmena zaužívaných procesov je náročná. Avšak, k ich optimalizácii by mohli prispieť vhodné podklady, ktoré by pomohli eliminovať potenciálne chyby.

Zdá sa, že posun vo vizuálnom spracovaní máp nie je adekvátne reflektovaný v základných princípoch metód kartografie. Len na teoretickej alebo výskumnej úrovni sa venuje napríklad Caquard (2013) pri základoch vizuálneho storytellingu; Robinson (2017) v rámci geovizuálnej analýzy, alebo Roth (2021) nadväzujúci na vytváranie a rolu storytellingu v modernom kartografickom designe. Tieto publikácie prinášajú skôr komentáre k využiteľnosti a rizikám, než aby poskytovali návody, pravidlá či definície moderného spracovania máp.

Šutta (2022) sa pokúsil ako jeden z prvých popísať užité vzory, metódy, vhodné dáta a použiteľné nástroje v rámci kvalifikačnej práce, ktorá bola vydaná aj ako praktický manuál priestorovo orientovanej infografiky. Jeho práca je využívaná v rámci výuky na Katedre geoinformatiky Univerzity Palackého v Olomouci a nadväzujú na neho ďalšie kvalifikačné práce.

Na základe týchto faktov by bolo vhodné vytvoriť špecifickú definíciu infografiky v kontexte kartografie, ktorá by priniesla ucelenú terminológiu stavebných prvkov a ich vlastností, spolu s možnosťou hodnotenia. Vymedzená terminológia, ktorá chýba napríklad v lokálnom terminologickom slovníku ČÚZK či slovníku ICA, by mohla poslúžiť ako vhodný základ k ďalšiemu výskumu v oblasti infografiky a k praktickým výstupom, slúžiacim kartografickému vzdelávaniu budúcich a súčasných kartografov.

### 3.2.4.3 Uživatelský prístup

V rámci získavania širšieho povedomia o infografike a overenia stanovenej definície infografiky v komunite kartografov, geografov a všeobecne ľudí, zapojených do procesu spracovávania a prezentácie geopriestorových dát boli realizované dve dotazníkové šetrenia týkajúce sa porozumenia pojmu infografika.

**Prvý prieskum** bol vykonaný prostredníctvom jednoduchého dotazovania študentov prvého a druhého ročníka bakalárskeho štúdia na KGI UP v rámci výuky odborných predmetov autora práce. U týchto študentov sa predpokladala ešte minimálna odborná znalosť problematiky vzhľadom na skladbu vyučovaných predmetov. Prieskum prebiehal jednoduchou formou odpovede na otázku „*Ako by ste definovali pojem infografika?*“ bez akejkoľvek pomoci internetu či iných zdrojov v rámci obmedzeného časového horizontu. Odpovede študenti zasielali elektronicky a boli archivované do tabuľkovej podoby na cloudovom úložisku.

Celkom bolo zozbieraných celkom 70 odpovedí. Vizualizácia nosných odpovedí vychádza z analýzy obsahu pomocou softwaru *KH coder*, ktorý má v sebe implementovanú funkciu *termExtract*. Funkcia dokáže zo zdrojových textových dát identifikovať podobné, často sa opakujúce sa formulácie a priradiť im skóre vyjadrujúce ich zastúpenie. Výber najčastejšie využitých zobrazuje vizualizácia <https://bit.ly/definice-studentu>.

Študenti definovali infografiku veľmi obecné. V najväčšej miere ju predstavili ako *grafické spracovanie informácie, prostriedok rýchlej prezentácie informácií, prehľadné grafické spracovanie informácií, interaktívna vizualizácia*. Vyskytovali sa aj odpovede jednoduchého charakteru, ako napríklad *je grafika, je druh obrázku diagramu či forma plagátu*. Respondenti taktiež častokrát uviedli definíciu ale dodali, že si ňou nie sú istý alebo nevedia.

Výsledky prieskumu realizovaného medzi študentmi KGI UP poskytli základné informácie o tom, ako súčasní študenti vnímajú a definujú infografiku. Analytické zhrnutie odpovedí odhalilo, že väčšina respondentov chápe infografiku primárne ako nástroj pre grafickú, efektívnu a rýchlu prezentáciu informácií. Charakteristickými atribútmi, ktoré študenti s infografikou spájajú, sú prehľadnosť, grafické spracovanie a interaktivita. Na druhej strane, niektoré odpovede vykazovali značnú neistotu v definíciách, čo naznačuje rozptyl v hĺbke pochopenia konceptu infografiky. Táto iniciálna identifikácia pojmu infografika identifikuje kľúčové prvky popisujúce terminológiu nepoučenými respondentami.

**Druhý prieskum** vychádzal z dotazníkového šetrenia v rámci medzinárodnej česko-brazílskej spolupráce UNIGOU Remote Program medzi Federal University of Paraná a Univerzitou Palackého v Olomouci. V rámci spolupráce vzniklo online interaktívne dotazníkové šetrenie v prostredí *Limesurvey*, ktorého cieľom bolo terminologicky ale i vecne vyčleniť priestorovo-orientovanú infografiku od máp. K medzinárodnému šetreniu bolo prístupné zámerné, aby bolo možné efektívne určiť, či vnímanie danej problematiky je podobné v rámci dvoch diametrálne rozličných národnostiach, vzdelávacích i profesných štruktúr.

Samotný dotazník bol rozčlenený do štyroch tematických oblastí:

1. *informatívna* – špecifikácia štruktúry účastníkov;
2. *teoretická* – vyčlenenie definícií pojmov infografika, priestorová-infografika a mapa;
3. *identifikačná* – interaktívne rozpoznávanie grafických elementov vo vybranom obraze (mapa, dátová vizualizácia, text, obrázkov a pod.);
4. *pochopenie významu* – identifikácia témy daného obrazu prostredníctvom grafického znázornenia bez možnosti porozumenia písanému textu v ňom.

Vizuálne zhrnutie otázok dotazníka je dostupné online <https://bit.ly/CB-dotaznik>. Celý dotazník bol navrhnutý tak, aby zabral respondentom najviac 5–7 minút a dokázali svoju odpoveď formulovať rýchlo, stručne a vecne. Interaktívne otázky (pozn. posledných päť v uvedenom prehľade) umožňovalo vďaka rozširujúcemu skriptu zaznamenávať polohu kliknutia priamo v obraze. Celý dotazník existoval v troch jazykových mutáciách, z toho dve boli zverejnené. V anglickom jazyku (administratívna časť), českom jazyku (pre českú skupinu účastníkov) a v portugálčine (pre brazílsku skupinu účastníkov). Preklad zabezpečovali autor práce spolu s brazílskou spoluautorkou dotazníku, študentkou magisterského štúdia na katedre geografie University of Parana – Mariane Félix da Rocha. Dôvodom prístupu viacerých jazykových mutácií bola vysoká neistota neporozumenia anglickému textu respondentami.

Dotazníkového šetrenia sa zúčastnilo 328 respondentov, avšak platných odpovedí bolo 296. Väčšina z dotazovaných bola brazílskej národnosti. V oboch opýtaných skupinách sa jednalo o študentov, prípadne absolventov geografického či geoinformatického štúdia s povedomím o danej problematike v rôznych úrovniach.

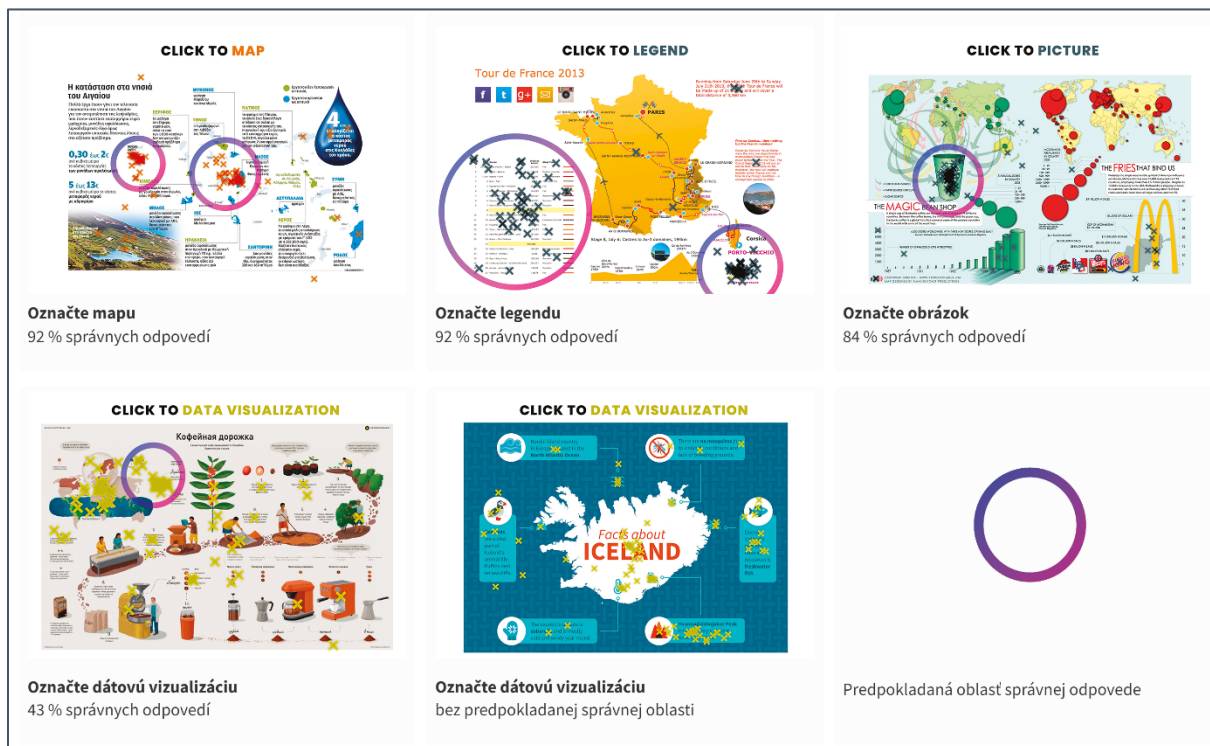
Analytický proces bol založený na mixed-research prístupe so silným dôrazom na vizuálnu analýzu – kombináciu kvantitatívnych a kvalitatívnych prístupov na vizualizáciu súvislostí medzi odpoveďami s cieľom dosiahnuť komplexné výsledky. Využitých bolo niekoľko nástrojov – od *MS Excel* (predbežné spracovanie a zjednotenie údajov), cez *R-Studio* (vykonávanie celkovej štatistiky a exploračnej analýzy údajov), *RH coder* (analýza textu), *Flourish studio* (tvorba vizualizácie údajov) a *QGIS* (analýza a vizualizácia interaktívnych otázok).

Výsledky odhalili rozdiely medzi skúmanými skupinami účastníkov v tom, ako vnímajú infografiku a mapy. Zo základu vyplýva, že pre väčšinu respondentov – 90,3 %, existuje rozdiel medzi infografikou a mapami. Ale 9 % respondentov (všetci Brazílčania) uviedlo, že medzi týmito dvoma javmi nie je žiadny rozdiel. Menej ako 1 % považovalo infografiku alebo mapy za ich podtyp.

Na základe odpovedí pri hlbšom skúmaní terminologických znalostí a definície infografiky a máp nebo zistený podrobnejší popis. Jasnejšie a jednotnejšie odpovede boli uvedené pri opise infografiky. Väčšina respondentov z oboch národných skupín identifikuje infografiku ako *vizuálnu alebo grafickú informáciu – produkt obrazovej tvorby*. Dominantne českí účastníci označili infografiku ako *nástroj na jednoduchšiu komunikáciu*. Brazílski respondenti označovali infografiku ako *typ grafu, diagramu alebo obrázku s informáciami* a aj ako *mapu*.

Na základe 50 % odpovedí týkajúcich sa máp *mapy reprezentujú priestorové informácie s využitím kartografických a matematických metód*. Jedná sa o *nástroj pre jednoduchšiu interpretáciu*, ktorý 6 % účastníkov rozpoznalo ako mapu a 14 % respondentov z Česka označilo len ako vizualizáciu.

Odpovede z interaktívnej časti vyhodnotené prostredníctvom QGIS vizuálne identifikujú konkrétne miesta označení polohy dotazovaného prvku v obraze. Vizualizované odpovede zobrazuje obrázok 7 v matici všetkých hodnotených obrazov (vo vyššom rozlíšení dostupné <https://bit.ly/CB-stimuli>).



Obrázok 7: vyhodnotené interaktívne odpovede z dotazníkového šetrenia



Z vyhodnotených obrazov možno identifikovať, že najproblematickejším elementom k identifikácii bola dátová vizualizácia. Ako už uvádza kapitola 3.2.3, pojem dátová vizualizácia je možné interpretovať rôznymi spôsobmi. Multidefiničný prístup sa teda mohol prejaviť aj v odpovediach účastníkov.

Výsledky dotazníkového šetrenia naznačujú výrazný rozdiel v percepcii infografiky a máp medzi respondentmi, pričom 90,3 % účastníkov identifikovalo rozdiely medzi týmito dvoma pojmovými kategóriami. Na druhej strane, 9 % respondentov, predovšetkým z Brazílie, nepostrehlo medzi infografikou a mapami žiadne rozdiely, čo môže signalizovať kultúrne alebo vzdelávacie rozdiely v interpretácii týchto pojmov. Tieto zistenia sú dôležité pre porozumenie kultúrne kontextových faktorov, ktoré môžu ovplyvniť kartografickú a informačnú gramotnosť.

Odpovede týkajúce sa definície infografiky boli konzistentnejšie, s dominantným vnímaním infografiky ako nástroja pre vizuálnu prezentáciu informácií. V prípade máp sa však objavili rozdiely v interpretácii, kde väčšina respondentov opísala mapy ako nástroje pre zobrazenie priestorových informácií, čo súhlasí s tradičným chápaním máp ako samostatného produktu, ktorý nie je zahrnutý pod termín priestorovo-orientovaná infografika (Koníček, 2022).

Oba uvedené prieskumy prispievajú k lepšiemu pochopeniu percepcie a rozličného chápania infografiky a máp. Ich výsledky pomáhajú spresniť existujúce vedecké prístupy v oblasti definície a klasifikácie infografiky, na základe čoho je možné ich jednoznačné vyčlenenie v nesledujúcej kapitole.

### 3.2.5 Definícia a klasifikácia infografiky

V práci bolo predložených viacero prístupov, ako teoreticky vymedziť infografiku. Dôležitým faktorom pri vymedzení súhrnnej definície je vymedzenie kontextu, pre ktorý je vzťahnutá. V rozmere tejto práce, rozlišujeme infografiku ako prostriedok vizuálnej prezentácie dát rôzneho charakteru a infografiku zameranú na prezentáciu priestorových dát.

Vnímajúc všeobecný rámec, *infografika je komplexná vizualizácia, ktorá ľahko a efektívne vysvetľuje informáciu prostredníctvom kombinácie navzájom prepojených grafických elementov*. Takto zostavená vizualizácia prezentuje prostredníctvom dátových vizualizácií, textov, obrázkov či máp primárne jednu dominantnú tému. Jednotlivé elementy sú pritom navzájom prepojené tematicky ale aj graficky.

Infografiku je možné klasifikovať prostredníctvom viacerých prístupov. Primárne však na základe jej obsahovej orientácie a formy. Klasifikácia na základe *obsahovej orientácie* predstavuje štyri všeobecné typy, do ktorých môže spadať široká škála súčasných infografík. Jej cieľom je klasifikovať na základe dominantnej formy obsahu, ktorú sa pokúša predstaviť:

1. *Štatisticky orientovaná* – skupina infografík, ktorá prostredníctvom vlastností elementov predstavuje primárne štatistické výstupy. Obsahuje dominantne grafy a diagramy doplnené o číselné hodnoty predstavujúce konkrétne numerické hodnoty.
2. *Časovo orientovaná* – infografiky, ktorých primárnym cieľom je predstaviť časový vývoj určitej problematiky. Zmena je vyjadrená jak popisne tak i graficky. Typicky obsiahnutým elementom je časová línia (tzv. timeline).
3. *Priestorovo orientovaná* – infografiky, ktorých dominantným elementom priestorová vizualizácia pričom sa nemusí jednať vždy len o mapu. Cieľom je komplexne predstaviť problematiku, ktorá má silnú väzbu na priestorové určenie.
4. *Procesne orientovaná* – infografiky predstavujúce pracovné procesy, vzťahy, spojitosti alebo vývoje produktov či myšlienok. Sú charakteristické využívaním veľkého množstva spájajúcich línií či šípok indikujúcich smer vývoja či vzťah.

Všetky vyčlenené typy môžu existovať jak v *tlačenej*, tak i *digitálnej* podobe, pričom môžu byť *interaktívne* alebo *statické*. *Tlačená infografika* sa vyskytuje ako konkrétny produkt vytlačený na papieri alebo inom materiáli. *Digitálna infografika* existuje výlučne iba v digitálnej forme, avšak môže byť obohatená o možnosť exportu, a následne prenesená do tlačenej formy. *Interaktivita*, ako užívateľský zásah do infografiky, ktorý spôsobí zmenu na základe jeho požiadaviek, sa môže vyskytnúť takmer výlučne iba u digitálnych infografík (pozn. tlačené infografiky však interaktivitu vo výnimočných prípadoch nevyklúčujú). *Statické infografiky* sú majú nemenné vlastnosti aj po užívateľskom zásahu. V digitálnej podobe umožňujú maximálne zoomovanie.

V kontextu kartografie, nie je možné nazývať mapu infografikou. Aj napriek tomu, že vyššie vyčlenená klasifikácia uvádza typ *priestorovo orientovaná infografika*, ani v tomto prípade nemôžeme nazývať infografiku mapou. V infografikách často chýbajú základné konštrukčné prvky mapy a sú porušené kartografické pravidlá (pozn. chýbajúca mierka mapy, legenda, nesprávne zobrazenie apod.), tak ako ich definuje Voženílek (2011) a Šutta (2022). V predloženej klasifikácii je mapa len konštrukčným elementom priestorovej infografiky. V kartograficky správnom vnímaní sa jedná zväčša iba o mapové pole a konštrukčné prvky sú prepracované do graficky pútavej podoby.

Mapa má jasné vymedzenie, definíciu, konštrukčné prvky, druhy a formy. Tie môžu byť spracované v určitom štýle (napr. historický, moderný, abstraktný a pod.), podobne ako tomu je u spracovaní výtvorných diel či architektonických návrhov. Preto v práci budeme pracovať s termínom ***infografický štýl***, ktorý je možné aplikovať v určitej *miere* v samotnom mapovom diele. Prostredníctvom identifikačných metrik bude možné túto mieru vyčíslieť a konštatovať, ***v akej miere je mapa v infografickom prevedení***.

## 4. HODNOTIACE A IDENTIFIKAČNÉ METRIKY INFOGRAFIKY V MAPÁCH

Táto práca vo svojej prvej časti priniesla širší pohľad na problematiku infografiky z teoretického hľadiska, pričom na základe získaných poznatkov sa pokúsila priniesť zjednocujúce vyčlenenie pojmu infografika v širšom kontexte. Exaktné vyčlenenie je potrebné podporiť na základe jasne definovaných kritérií.

Nadväzujúca praktická časť práce prináša predstavenie metrických využiteľných k hodnoteniu grafického obsahu. Predstavené metriky využívajúce kombináciu analytických metód, vrátane vizuálnej analýzy, boli vo viacerých štúdiách použité k hodnotení vizualizácií či máp, preto bude overená ich využiteľnosť v kontexte infografického výskumu.

Hlavným cieľom nasledujúcej časti práce je na základe získaných poznatkov predstaviť vlastnú hodnotiacu metriku aplikovateľnú na problematiku infografiky v kartografii s využitím prístupu vizuálnej analýzy. Na základe teoretických poznatkov vyčleňuje kľúčové elementy, ktoré by mali infografiku reprezentovať, a vďaka získaným kvantitatívnym ukazateľnom ju konkrétne v obraze identifikovať. Takto pripravenú metriku následne prepracovať do semi-automatizovaného nástroja opakovateľne použiteľného pri hodnotení kartografických produktov v kontexte infografiky.

### 4.1 Prístupy hodnotenia a identifikácia grafického obsahu

Hodnotenie grafického obsahu máp z kvalitatívneho i kvantitatívneho pohľadu v rámci jedného metrického prístupu nepatrí medzi štandardné oblasti kartografického výskumu. Väčšina autorov sa zaoberá hodnotením konkrétnych metód, ich variáciami, prevedením, limitáciami či konkrétnymi časťami mapového listu. Obmedzené množstvo autorov sa zaoberá komplexnejší skúmaním mapy z pohľadu celkovej koncepcie, ako napr. čo za prvky obsahuje mapový list, či v akom sú konkrétne prvky prevedené. V kontexte identifikácie infografiky v mapách, ako štýlu aplikovaného k jeho vytvoreniu, je potrebné využiť viacfaktorové metriky, ktoré umožňujú kombináciu kvalitatívneho a kvantitatívneho hodnotenia.

#### 4.1.1 Prehľad existujúcich prístupov

Medzi prístupy zaoberajúce sa hodnotením alebo identifikovaním prvkov v obraze je možné zaradiť nasledujúce:

*Quantitative content analysis (QCA) – kvantitatívna analýza obsahu* – je označovaná za výskumný nástroj, postup, techniku, metódu, prístup či konceptuálny rámec. Podstatu QCA možno vystihnúť v technickej komplexnosti a sprístupňovaní konceptuálnej roviny. Zjednodušene, v obsahovej analýze dochádza k skúmaniu textov či obrazov s ohľadom na niekoľko predom definovaných znakov, ktorých výskyt je zachytávaný. Pod znakmi sa rozumejú slová, fráze či typické obrazy, pri ktorých sa monitoruje ich existencia a frekvencia výskytu. Integruje v sebe kvalitatívny i kvantitatívny prístup (Dvořáková, 2010). Priekopníkom vo využívaní QCA v oblasti kartografii je Ian Muehlenhaus, ktorý ako prvý využil túto techniku k hodnotení máp, resp. grafickému obrazu. Teóriu využitia QCA pri štúdiu dizajnu tematických máp opisuje Muehlenhaus (2011a). Priama aplikácia pri hodnotení a identifikácii vývoja presvedčujúcich a propagandistických máp je uvádzaná v Muehlenhaus (2011b a 2012). Pri identifikácii infografického štýlu v mapách je možné využiť unikátne navrhnutých kódov vychádzajúcich práve zo štúdie Muehlenhaus (2011a). Vhodne navrhnuté kódy dokážu kvantitatívne popísať spracovanie obrazu čím je ho možné následne popísať.

**Visual summary – vizuálne zhrnutie** – metóda vizuálneho zhrnutia je inovatívnou, ktorá umožňuje efektívnejšiu segmentáciu zložitých vstupných dát prostredníctvom názornej vizualizácie založenej na princípoch metódy afinného diagramu. Praktickej aplikácii sa venoval Manson a kol. (2016) v rámci výskumu vizualizácie neistoty. Koníček (2022) testoval využitie v rámci hodnotenia vedeckých článkov so zameraním na infografiku. Typológiu a triedenie vstupných informácií sa venovali najmä Duckham (2001); MacEachren (2005) a Thomson (2005). Aplikovaný princíp segmentácie informácie na základe predom definovaných domén do jednotného obrazu je vhodným východiskom i pre hodnotenie a identifikáciu infografiky v mapách. Vizuálnym popisom predom špecifikovaných domén pre mapu a infografiku sa dá predpokladať, že vizuálne zostavený podpis identifikovaných domén bude odlišný pre mapu a infografiku a dokáže pomôcť k ich rozoznaniu.

**Artificial intelligence – (AI) – Umelá inteligencia** – aktuálne veľmi populárna vedná disciplína, ktorá sa zaoberá vývojom a aplikáciou metód strojového učenia, ktoré umožňujú strojom rozpoznávať vzorce a učiť sa z dát, na základe čoho dokáže vykonávať úlohy, ktoré by inak musel vykonávať človek (McCarthy, 2007). Vo väčšej miere sa využíva v geoinformatike než v kartografii a to konkrétne ku automatizovanému spracovaniu obrazových dát z diaľkového prieskumu zeme, predikciám či simuláciám alebo analýze a predspracovaní veľkého množstva dát (Liu, 2017) (Kuhn, 2017). Významnou súčasťou AI je strojové učenie – **machine learning**, ktoré je v prenesenom význame mozgom AI. Dokáže predikovať a pochopiť vzorce chovania alebo zoskupiť podobné vizuálne vzory (Kodousková, 2021). V kartografii sa metódy obrazového spracovania využívajú predovšetkým v diaľkovom prieskume Zeme, ale existujú napríklad aj štúdie zamerané na automatickú digitalizáciu farieb v tematických mapách (Lawrence., 1996). K identifikácii a vymedzeniu výtvarných štýlov máp sa pokúsil metód machine learningu využiť Sadílek (2021) v prostredí softwaru Orange, avšak použitý prístup označil za nevhodný k interpretácii podobnosti obsahu obrazov. V rámci overovania podobnosti z pohľadu vizuálneho spracovania je možné predpokladať, že machine learning by mohol byť využitý. Metóda machine learning spolu s vizuálnym zhrnutím a QCA preto budú vstupovať do prípadových štúdiu k overeniu ich použiteľnosti pri identifikácii infografiky v kartografii (viď kapitola 6).

Medzi ďalšie prístupy, ktoré sú predovšetkým užívateľsky založené (ku zberu dát využívajú skupiny respondentov, ktoré tvoria dáta), patria:

**Dotazníkové šetrenie** – metóda, ktorá dokáže spoľahlivo hodnotiť a porovnávať obrazy, či už sa jedná o mapy alebo infografiky, prostredníctvom vhodne vytvoreného navrhnutý prieskumu (Beitlová, 2016). Dotazník umožňuje prostredníctvom odpovedí širokej škály respondentov efektívne a objektívne rozpoznať rozličnosť či podobnosť obrazov i v kvantitatívnom meradle. Koníček (2022) uskutočnil jeden z prvých medzinárodných prieskumov s cieľom preskúmať znalosti týkajúce sa priestorovo orientovaných infografík a zlepšiť terminológiu súvisiacu s mapami, priestorovými infografikami a infografikami (viď kap. 3.2.4.2.). Aj napriek tomu, že boli navrhnuté a vykonané viaceré prieskumy (napr. Koua, 2006; Faisa, 2007), ktoré výrazne ovplyvnili hodnotenie infografík nezávisle na mapách alebo analýze ich obsahu, doteraz nebol uskutočnený žiadny prieskum so štruktúrovaným prístupom alebo definitívnou definíciou infografík špecificky v kontexte kartografie.

**Eye-tracking** – sledovanie a záznam očí užívateľa pri práci s mapou – informácie o okolitom priestore ľudia vnímajú predovšetkým pomocou zraku, tak ako aj pre čítanie máp. Eye-tracking je technológia, ktorá umožňuje zaznamenať pohyb očí jedinca, a ponúka tak bohatý zdroj informácií o tom, kam, kedy, na ako dlho a v akom poradí sa daný jedinec pozeral. Ako uvádza jeden z prvých výskumníkov využívajúcich sledovanie pohybu očí v kartografii George Jenks, eye-tracking umožňuje „dostať sa do hlavy čitateľa mapy“ (Popelka, 2018). Pre hodnotenie výstupných dát je možné použiť širokú paletu nástrojov, ktorých vyčerpávajúci prehľad uvádza Blashcheck (2014).

Testovanie série máp a infografík a odhalenie spoločných vlastností je prostredníctvom eye-trackingu možné v rámci vhodne nastaveného experimentu. Vo svojej podstate sa podobá dotazníkovému šetreniu. Výhoda eye-tracking testovania je predovšetkým v odhaľovaní porozumení obsahu obrazu (Popelka, 2013), čo pre potreby vizuálneho zhotovenia máp a infografík je irelevantné.

**Screen recording** – sledovanie a záznam práce v mapou na počítači – jedná sa o populárnu metódu, ktorá využíva záznam obrazovky. Je určený napríklad pre analýzu práce s určitým programom ale je ho možné využiť i pre hodnotenie digitálneho obsahu. Výsledkom je video a dátová sada vhodná k ďalšej analýze. Je ho možné kombinovať napríklad s metódami eye-trackingu alebo mouse loggingu (pohybu myši), a tým zvýšiť výpovednú hodnotu šetrenia (Popelka, 2018). V kartografii tuto metódu využili napríklad Nivala (2008), pri hodnotení rozdielnosti mapových portálov. Metóda sa aktívne opakovane využíva pri štúdiách na Katedre geoinformatiky Univerzity Palackého v Olomouci v rámci hodnotenia máp, vizualizácií i webových stránok (Popelka, 2014). Vhodným nástrojom na spracovanie získaných dát je napríklad software V-Analytics natívne využívajúci vizuálnu analýzu ako prostriedok hodnotenia dát. Podobne ako eye-tracking, metóda screen recordingu je predovšetkým zameraná na hodnotenie obsahu vizualizácii a nie jej formy.

**Think aloud** – premýšľanie nahlas – jedná sa o metódu vyvinutú k zachyteniu toku informácií pri práci s hodnoteným materiálom. Zaznamenávajú sa myšlienky testovaného subjektu: procesy ako premýšľa po celú dobu testovania. Môže sa jednať o emócie, myšlienkové pochody, zmätenie či konkrétne stanoviská (Bláha, 2015). Pri meraní sa vytvára audiozáznam alebo komentáre, ktoré je možné hodnotiť kvantitatívne i kvalitatívne. Metóda sa využíva v kartografii predovšetkým pri zisťovaní orientácie v mapách a ich porozumeniu (Popelka, 2018). Nielsen (1994) uviedol, že metóda think aloud patrí najhodnotnejším metódam hodnotenia použiteľnosti. Výhodnou je získanie postoja a preferencií respondenta pri práci s testovaným dielom. Metóde sa podrobne venuje publikácia Van Somersena a kol. (1994). K hodnoteniu získaných dát je možné po prepise využiť metódy text miningu, počítačovej lingvistiky alebo data-miningu, ktorých výsledky dokážu priniesť požadované výsledky. Metóda think aloud môže byť vhodnou metódou pri identifikácii infografického štýlu v mapách. Jej časová náročnosť je však značne vysoká a testovaná vzorka respondentov sa ňou výrazne znižuje. Taktiež, výsledky pri nedostatočnom počte respondentov budú vykazovať vysokú mieru subjektivity. Za vhodnú ju je možné považovať napríklad pri optimalizácií či užívateľskom testovaní nástroja k identifikácii infografiky.

Aplikáciou všetkých metód vzniká široká paleta dát rôzneho charakteru a formátov, ku ktorých následnej analýze existujú nástroje a softwary. Pre potreby dizertačného výskumu bude k testovaniu použiteľnosti k identifikácii infografiky v kartografii pridané ešte *dotazníkové šetrenie*, ktoré tak doplní pri prípadových štúdiách využiteľnosti *kvantitatívna analýza obsahu*, *vizuálne zhrnutie*, *machine learning* a predovšetkým novo navrhnutú metriku *IGV*.

## 4.2 Koncept metriky IGV

Cieľom novo vyvinutej metriky *IGV* (*InfoGraphics eValuation*) je definovať a kvantifikovať infografický štýl v mapách prostredníctvom matematicky podloženého kvantitatívneho hodnotenia ich vizuálnych charakteristík. Metrika *IGV* sa opiera o kvantitatívnu vizuálnu analýzu, ktorá umožňuje objektívne porovnávanie grafických charakteristík vizualizácií. *IGV* poskytuje numerické hodnoty, ktoré odzrkadľujú stupeň, do akého možno obraz klasifikovať ako mapu alebo infografiku, čím napomáha k objasneniu základných otázok týkajúcich sa definície a diferenciacie infografík v kartografii. Zároveň prináša objektívny kvantitatívny opis hodnoteného obrazu z pohľadu jeho zloženia.

Metrika *IGV* kombinuje kvalitatívnu identifikáciu s kvantitatívnymi charakteristikami, ktoré sú derivované z matematických vzorcov založených na grafických atribútoch analyzovaných obrazov. Tento prístup umožňuje presné stanovenie hraníc medzi mapami a priestorovými infografikami, vychádzajúc zo získaných znalostí z teoretickej rešerše a praktickej skúsenosti v tvorbe týchto vizualizácií. Metrika reflektuje typické rozdiely medzi mapami a infografikami, ktoré identifikuje prostredníctvom kvantitatívneho popisu ich vizuálnych charakteristík. Podporuje tak presnú terminologickú špecifikáciu v odborných aplikáciách.

V ďalšom kroku bude efektivita a výpovedná hodnota metriky *IGV* overená prostredníctvom prípadových štúdií (viď kapitola 5), ktoré zahrnujú vizualizácie rôznych typov a prevedení, a to s cieľom validovať jej presnosť a použiteľnosť v praxi. Tieto prípadové štúdie poskytnú nevyhnutné dáta pre hodnotenie metriky. Po jej validácii bude uskutočnená komparatívna analýza *IGV* vzhľadom na existujúce metriky (viď kapitola 6), čím sa umožní posúdenie jej relatívnej výkonnosti v rámci súčasných metodologických prístupov používaných pri grafickej vizualizácii dát.

### 4.2.1 Prehľad stanovenej terminológie

*IGV* prístup pozostáva s ohodnotenia štyroch unikátnych komponentov, ktoré reprezentujú špecifickú rolu elementov v rámci hodnoteného obrazu z pohľadu kartografie. Stanovené indikátory sú vypočítané na základe precízne nameraných charakteristík obrazu pre každý stanovený komponent.

Presnejšie, metodologický prístup *IGV* je založených na **štyroch komponentoch** definovaných **siedmymi elementami** ohodnocovanými prostredníctvom **štyroch indikátorov**, ktoré vstupujú ako ohodnotené veličiny do multikriteriálnej analýzy každého z hodnotených obrazov. Navrhovaný metodický postup obsahuje novú terminológiu, ktorá je prehľadne spracovaná v tabuľke 3.

Tabuľka 3: Prehľad navrhutej terminológie v oblasti infografiky v kartografii využívanéj v kontexte *IGV* metriky

Termín	Typy	Popis	Zber údajov
<b>Komponent</b>	Priestorovo orientovaná grafika (SPD)	Konzistentná charakteristika obsahu mapy z pohľadu infografického štýlu	Prvky rozdelené do typov na základe ich grafických a tematických vlastností,
	Kvantitatívna vizualizácia (QTV)		
	Ilustratívna grafika (ILD)		
	Text (TXT)		
<b>Element</b>	Mapa	Špecifická grafická časť hodnoteného obrazu	Identifikované a vybrané časti hodnoteného obrazu na základe ich vizuálneho stvárnenia.
	Graf / diagram		
	Schéma		
	Tabuľka		
	Ilustrácia		
	Obrázok		
	Textový odstavec		
<b>Indikátor</b>	Plocha pokrytia ( $\alpha$ )	Kvantitatívny princíp hodnotenia komponentov	Vypočítané pomocou špecifického matematického vzorca na základe nameraných parametrov elementov
	Grafická napln' ( $\beta$ )		
	Vizuálna prítlačnosť ( $\gamma$ )		
	Farebnosť ( $\delta$ )		



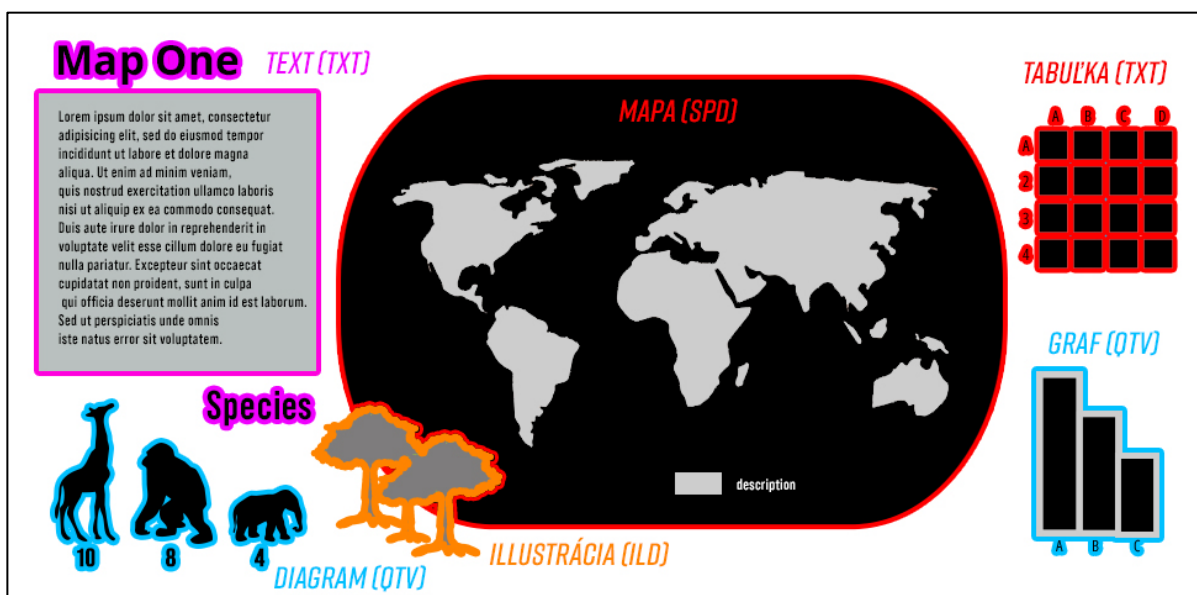
## Komponent

V kontexte *IGV* sa *komponenty* charakterizujú ako **skupina elementov spojených na základe ich vizuálneho významu**. Štyri definované komponenty poskytujú hlavný opis hodnoteného obrazu. Tieto komponenty poskytujú metodologický rámec pre hodnotenie a klasifikáciu obrazov, čím umožňujú presné a objektívne rozlišovanie medzi infografikami a mapami na základe ich vizuálnych a informačných charakteristík. Hodnotenie obrazu je založené na meraní komponentov spojených so štyrmi definovanými indikátormi, ktoré poskytujú komplexné pochopenie vizuálneho a informačného obsahu analyzovaných obrazov z pohľadu ich spracovania. Na základe vyčlenenia kvantitatívnej charakteristiky komponent bude možné identifikovať kategoriálnu príslušnosť hodnoteného obrazu.

IGV definuje nasledujúce komponenty:

- **Priestorovo orientovaná grafika (SPD)** – vyčleňuje grafické reprezentácie, ktoré sú svojím výtvarným stvárnením prezentáciou priestorovej informácie. Tieto vizualizácie, ktoré prostredníctvom konvenčných ale aj inovatívnych kartografických či grafických metód spracovávajú priestorové dáta, slúžia predovšetkým k zobrazeniu a objasneniu priestorových dát. Medzi základné prvky, ktoré sú neoddeliteľnou súčasťou SPD, patria predovšetkým mapy v rôznych výtvarných prevedeniach.  
**Obsiahnutý element:** Mapa
- **Kvantitatívna vizualizácia (QTV)** – vystihuje podstatu vizualizácii, ktoré sa zameriavajú na reprezentáciu kvantitatívnych údajov v rôznom grafickom prevedení. Súčasťou QTV sú v rôznych formách vytvorené grafy, diagramy či schémy, ktoré logicky dopĺňajú vizualizovanú tému v obraze. Stanovený názov zdôrazňuje kvantitatívny aspekt elementov a je v súhlase s ich uvedenými charakteristikami.  
**Obsiahnuté elementy:** Graf/diagram, Schéma
- **Ilustratívna grafika (ILD)** – obsahuje vizuálne zamerané elementy, ako sú obrázky, symboly alebo maľby, ktoré dokresľujú kontext zobrazovanej problematiky, ale nepridávajú dodatočnú informačnú hodnotu. Slúžia ako doplnkové elementy, ktoré prispievajú k lepšiemu pochopeniu tematickej prezentácie prostredníctvom ilustrácie v hodnotených obrazoch.  
**Obsiahnuté elementy:** Ilustrácia, Obrázok
- **Textovo orientovaný obsah (TXT)** – zahŕňa prvky ako nadpisy, názvy, popisy a ďalšie textové polia, ktoré informujú o obsahu. Grafická prezentácia textu môže mať rôznu výraznosť dosiahnutú svojím výtvarným či typografickým spracovaním, čo pomáha pri lepšom prenose informácií.  
**Obsiahnuté elementy:** Textový odstavce, Tabuľka

Schematické znázornenie priradenia *elementov* do *komponent* v rámci schematického mapového listu v rôznych prevedeniach názorne zobrazuje obrázok 8.



Obrázok 8: Príklad výberu elementov označených na schematickej mape. Farebne sú odlišené a označené komponenty SPD (červená), QTV (modrá), ILD (oranžová), TXT (ružová)

## Element

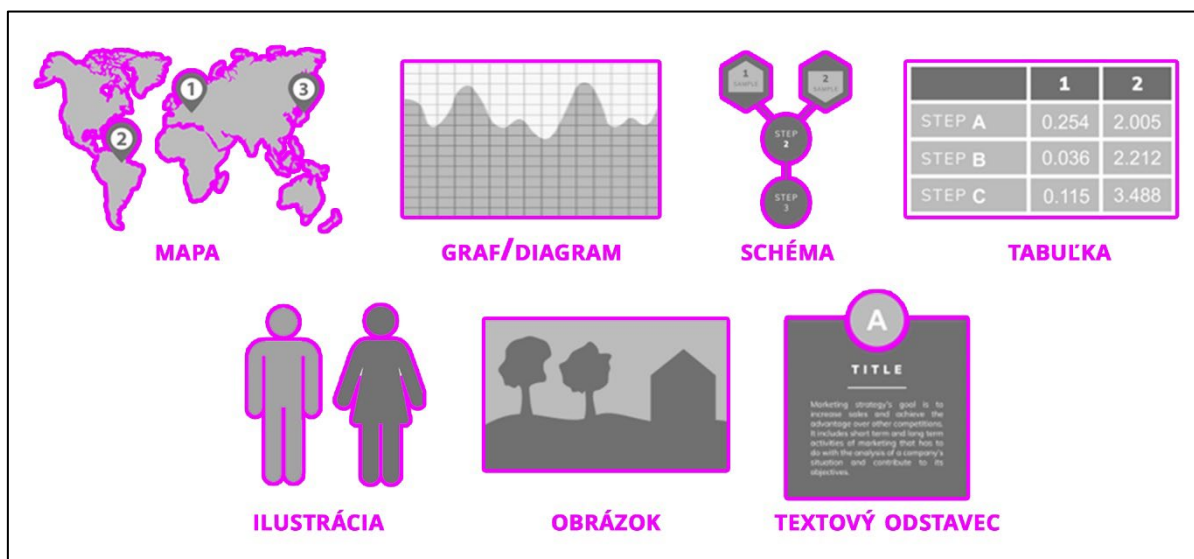
*Element* je definovaný ako **základný stavebný prvok vo vizualizácii, ktorý svojím obsahom a grafickými vlastnosťami reprezentuje zobrazené informácie** v obraze. Zoznam prvkov vychádza z konceptualizácie kompozičných prvkov mapy a typických zložiek infografiky, ktoré najvýstižnejšie a najčastejšie reprezentujú informácie. Vymedzené elementy slúžia ako základné kompozičné komponenty infograficky spracovaných mapových stránok a môžu zahŕňať väčšiu skupinu elementov podobného charakteru. Definované elementy mapy v infografickom štýle v rámci prístupu *IGV* sú *mapa*, *graf/diagram*, *schéma*, *tabuľka*, *ilustrácia* a *text*.

- **Mapa** je základnou stavebnou entitou infograficky spracovanej stránky, ktorej dominancia a výtvorné prevedenie sa môže líšiť. Element mapa pozostáva z mierky mapy (pokiaľ je uvedená) a všetkých mapových elementov, ktoré mape priamo prislúchajú a sú s ňou spojené (vrátane kartodiagramov, symbolov, popisu alebo prislúchajúcich nastavbových prvkov mapy priamo s ňou spojených či legendy). Element *mapa* je definovaný svojím kompozičným rámom a ohraničením, ktoré vizuálne určuje jej hranice. Element *mapa* reflektuje len také zobrazenia priestorových dát, ktoré vizuálne odpovedajú súčasnej tradičnej konceptualizácii mapy. Podrobnejší popis metodiky výberu elementu v obraze opisuje kapitola 5.1.1.3. V kontexte metriky *IGV* je názov mapy klasifikovaný ako textový element, reflektujúci jeho významné grafické zobrazenie v podobe titulu alebo podtitulu. Táto klasifikácia je dôležitá pre správne hodnotenie mapy, nakoľko grafická výraznosť názvu môže výrazne ovplyvniť výsledné hodnotenie elementu mapy. Odčlenenie názvu od mapy je metodologicky opodstatnené, pretože názov často presahuje rámec jednoduchého úvodu do mapovej problematiky a aplikuje sa na viaceré súvisiace komponenty celej prezentácie.



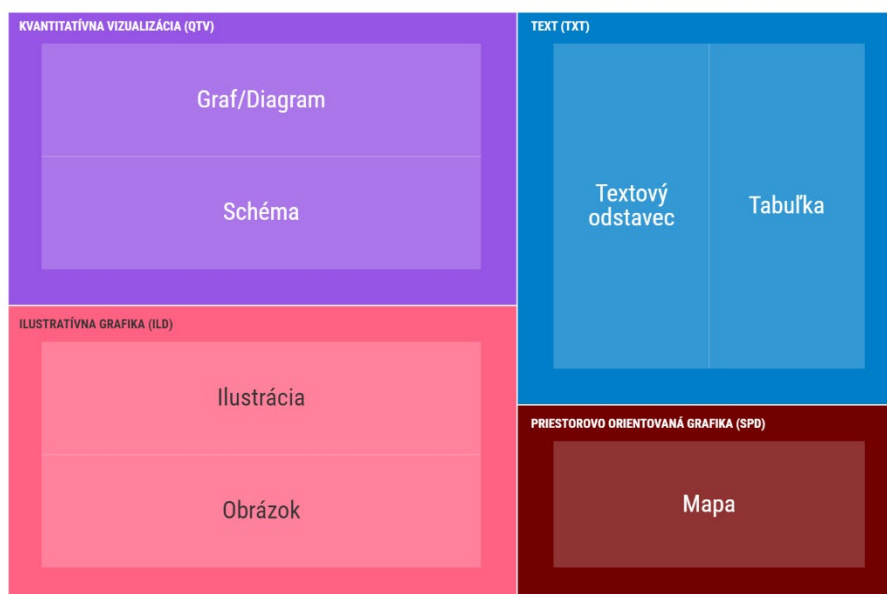
- **Graf/diagram** je elementom, ktorý predstavuje vizualizáciu kvantitatívnych alebo kvalitatívnych údajov. Najčastejšími dátovými vizualizáciami sú grafy a diagramy, a špecificky v infografikách vizualizácie, ktoré je možné nazvať obecné termínom *piktochart*. *Piktochart* je podkategóriou grafu alebo diagramu, kde svojim grafickým spracovaním vizuálne reprezentuje tematiku zobrazovanej problematiky (napr. použitie piktoqramu muža a ženy pre odlišenie mužskej a ženskej kategórie v zdrojových dátach). Následne svojimi vlastnosťami (napr. veľkosťou, farbou a i.) prezentuje kvantitatívne prípadne kvalitatívne charakteristiky dátovej sady (napr. mužská kategória reprezentuje hodnotu 50, ženská hodnotu 25, piktoqram muža preto bude dvakrát väčší než ženský). Vymedzenie elementu *graf/diagram* pozostáva z výberu samotného grafického prevedenia odpovedajúceho objektu, vrátane jeho osí a prislúchajúceho popisu hodnôt.
- **Schéma** zobrazuje procesy, štruktúry, alebo vzťahy a pomáha znázorniť komplexné informácie graficky. Jedná sa predovšetkým o workflow diagramy, vizualizácie štruktúr, procesné schémy, typizačné trojuholníky alebo časové osy v rôznych grafických prevedeniach. Rovnako sa môže jednať o schematické nákresy či obrazy doplnené o vysvetľujúce texty graficky prepojené s týmto obrazom. Vyčlenenie v rámci mapovej stránky prebieha prostredníctvom metód najmenšieho obklopujúceho rámu *schémy*, ktorá pozostáva z grafického obsahu a bezprostredne pripojeného popisu.
- **Tabuľka** je elementom zahŕňajúcim tabelárne pracovanie textu v rôznom grafickom prevedení. Reprezentuje organizovaný text v mriežkovej štruktúre. Základným ukazateľom zaradenia prvku do predstavovaného elementu je schopnosť identifikovať do mriežky usporiadané a graficky prepojené riadky a stĺpce obsahujúce prevažne textom vyjadrené kvantitatívne alebo kvalitatívne hodnoty. Vyčlenenie elementu obsahuje jak obsahovú stránku, tak i pozadie, ktoré ohraničuje (i neviditeľný) rám *tabuľky*.
- **Ilustrácia** svojím charakterom vizuálne dopĺňa ústrednú tému celej mapy alebo infografiky. Vo väčšine prípadov obsahuje vektorové avatary či objekty, grafické prvky v rôznych vizuálnych štýloch, ikony alebo samostatné symboly bez ďalších kvalitatívnych a kvantitatívnych informácií. *Ilustrácie* sú vymedzené okrajmi ich samotného grafického stvárnenia.
- **Obrázok** je element, ktorý vizuálne umocňuje tematický obsah prostredníctvom fotografií alebo tematicky zameraných obrázkov. Od ilustrácií sa odlišuje vyššou grafickou výraznosťou, pričom ohraničenie obrazu sa rovná ploche pokrytia samotného elementu *obrázok*.
- **Text** zahŕňa všetky nezávislé (graficky oddelené) textové bloky, nadpisy všetkých úrovní, tiráž prípadne popisy vyššie zmienených elementov, ktoré však nie sú ich priamou súčasťou. Nejedná sa o popisy osí, prípadne vyjadrenie hodnôt v dátových vizualizácia alebo popisy symbolov a prvkov, ktoré sú súčasťou mapového poľa. Taktiež sa nejedná o vizualizácie ako napríklad wordcloud, ktoré sú v tomto prípade považované ako prvok elementu *graf/diagram*, pretože vyjadrujú určitú kvantitatívnu či kvalitatívnu informáciu svojim parametrom. Identifikácia *textu* je založená na jeho vizuálnom oddelení od pozadia.

Každý element má svoje jedinečné charakteristiky, ktoré ho odlišujú a umožňujú jeho identifikáciu v rámci *IGV* metriky. Schematické príklady predstavených elementov a spôsob ich výberu v mapách a infografikách znázorňuje obrázok 9.



Obrázok 9: Schematické znázornenie *IGV* elementov so zvýraznením optimálneho ohraničenia odpovedajúce výberu v grafickom programe (ružovou)

Nastolená problematika a terminológia je nová a na rýchle pochopenie zložitá, preto obrázok 10 prináša vizuálne zaradenie elementov v rámci komponentov. Toto zaradenie expertným vyčlenením autora práce na základe dlhodobého štúdia problematiky popísaného v teoretickej časti práce a taktiež praktickej tvorby máp a infografik. Uvedené vyčlenenie využíva metodológia *IGV*, avšak do budúcnosti je prístup realizovateľný a použiteľný i iným rozpoložením elementov v rámci konceptov, ktoré môže byť použité na identifikáciu iného fenoménu, než je infografika.



Obrázok 10: Rozloženie elementov v rámci komponent

## Indikátory

*Indikátory* v metrike *IGV* reprezentujú kvantitatívne merania, ktoré poskytujú objektívne hodnotenie grafických a vizuálnych charakteristík komponentov mapovej stránky. Tieto merania sú založené na matematicky definovaných formulách a sú navrhnuté tak, aby zreteľne odrážali infografický štýl zobrazení. Vyjadrujú tematicky zameraný pohľad na komponenty hodnoteného obrazu pomocou stanoveného metrického výpočtu. Na základe získaných kvantitatívnych výsledkov je kvantifikovať mieru infografického štýlu v hodnotenom obraze. S pomocou metód vizuálnej analýzy je následne získané hodnoty vhodne interpretovať a prehľadnejšie porovnávať.

### Proces získavania vstupných hodnôt do výpočtu:

- Hodnoty indikátorov sa extrahujú prostredníctvom presného vymedzenia elementov v obraze prostredníctvom vybraného grafického softwaru, pričom sa detailne skúmajú vizuálne atribúty každého elementu.

### Výpočet indikátorov:

- Po zbere dát nasleduje výpočet indikátorov pre každý analyzovaný komponent. Tento krok zahŕňa aplikáciu unikátnych matematických vzorcov (definovaných pre každý indikátor), ktoré kvantifikujú *plochu pokrytia*, *grafickú náplň*, *vizuálnu príťažlivosť* a *farebnosť* každého komponentu.

### Význam a aplikácia indikátorov:

- Indikátory sú nevyhnutné pre systematické porovnanie a objektívnu evaluáciu infografického štýlu v mapách. Tieto výpočty umožňujú identifikovať a kvantifikovať rozdiely v grafickej komplexite a naplnenosti medzi rôznymi typmi vizualizácií. Kombináciou indikátorov bude možné získať informáciu o grafickej dominantnosti komponent obrazu a následne rovnako celého listu. Takto získané hodnoty bude následne možné objektívne porovnávať a interpretovať, pretože budú podložené jednotnými výpočtovým postupom.

### Integrácia a interpretácia výsledkov:

- Výsledky z výpočtov indikátorov sa integrujú do ukazateľov *IndicatorScore* a *LayoutScore*, čo umožňuje celkové hodnotenie a interpretáciu vizuálnych vlastností hodnoteného obrazu z pohľadu infografického spracovania. Je tak vytvorený jednotný výpočtový rámec pre objektívne porovnávanie rôznych typov vizualizácií. Grafická dominancia komponent je analyzovaná z dôvodu predpokladaných rozdielov vo vizuálnej výraznosti elementov pri mapách a infografikách. Proces identifikácie a parametrizácie týchto komponentov umožňuje vytvoriť kvantitatívny opis vizuálnych charakteristík, čo zjednodušuje ich rozlíšenie. Tento prístup tak dokáže kvantitatívne podložiť mieru infografického štýlu v hodnotených mapových obrazoch, čím poskytuje základ pre podrobnejšie teoretické vymedzenie pojmu infografika v kartografii a zlepšuje metodiku jej identifikácie v mapách.

## IGV prístup definuje štyri základné indikátory:

**Plocha pokrytia ( $\alpha$ )** kvantifikuje podiel plochy komponentu na celkovej ploche obrazu. Hodnota indikátoru je vypočítaná prostredníctvom charakteristiky histogramu obrazu *Pixel Count*, ktorá indikuje veľkosť plochy komponentu v rámci obrazu v pixeloch (zobrazuje obr. 11–A). Získaná hodnota sa následne normalizuje voči celkovej ploche obrazu, aby bol vyjadrený tento podiel v percentách. Vysoká hodnota  $\alpha$  však neznamená automaticky dominanciu komponentu v obraze, pretože predstavuje len veľkosť komponentu bez zohľadnenia jeho vizuálneho dopadu. Vzorec je zobrazený ako vzorec 1.

**Vzorec 1:**  $\alpha = (\text{Plocha komponenty} \div \text{Plocha celého listu}) \times 100$

Pretože je výsledná hodnota relativizovaná, vyjadruje výlučne jeho veľkostné zastúpenie v obraze vyjadrené v percentách. Vysoká hodnota indikátoru *plochy pokrytia* neznamená z pohľadu grafickej dominance i vysokú výraznosť v rámci celého obrazu. I malý element s vhodne vybranou farbou kontrastnou oproti jeho okoliu, môže byť výraznejší. Aj na základe tohto dôvodu je potrebné tento indikátor zaradiť ako čiastkovú charakteristiku. Veľkosť elementov v rámci obrazu je však dôležitým ukazateľom predovšetkým z pohľadu vizuálneho zamerania obrazu. Čím väčšie zastúpenie určitého komponentu v obraze, tým taktiež väčšie zameranie obrazu na konkrétny typ vizualizácie, čo z pohľadu grafického stvárnenia hrá dôležitú úlohu pri rozlišovaní mapovej a infografickej kompozície.

**Grafická náplň ( $\beta$ )** vyjadruje grafickú štruktúrovanosť a naplnenosť komponenty v kontexte celého obrazu. Grafická náplň obrazu je podľa Barvíře (2021) spolu s jeho zložitou ovplyvnená znakmi, popisom, hustotou stavebných prvkov, parametrami (tvarom, veľkosťou, výplňou) a priestorovým rozložením, pričom je relatívna k ploche hodnoteného obrazu. Výsledná hodnota grafickej náplne je však na ploche nezávislá.  $\beta$  sa vypočítava pomocou voľne dostupného pluginu implementovateľného do GIMP – GMLMT (viď Obr. 11–B), kde hodnota  $\beta$  odpovedá výstupnej hodnote tohoto nástroja. Výpočet hodnoty (vzorec 2) tak prebieha na pozadí tohto špecializovaného nástroja GMLMT, ktorý bol primárne vyvinutý na detekciu grafickej náplne máp. Vo výsledku je hodnota  $\beta$  uvedená v percentách.

**Vzorec 2:**  $\beta = \text{GMLMT hodnota}$

Získaná charakteristika odzrkadľuje komplexnosť a detailnosť komponentu v rámci obrazu. Hodnota indikátoru Grafická náplň vypovedá v kontexte ďalších indikátorov o vizuálnej významnosti komponentu. S narastajúcou zložitou komponentu sa zvyšuje aj jeho vizuálny význam v celom obraze. Zložitejší komponent je teda dominantnejší v obraze, ale zároveň vyžaduje dlhší čas na pochopenie jeho obsahu.

**Vizuálna príťažlivosť ( $\gamma$ )** hodnotí schopnosť komponentu priťahovať pozornosť diváka v porovnaní s jeho okolím prostredníctvom jeho vizuálneho spracovania. Indikátor  $\gamma$  je počítaný na základe kontrastu komponentu voči jeho pozadiu, pričom sa zohľadňuje aj veľkosť komponentu samotného (viď vzorec 3). Samotný vysoký kontrast neznamená, že objekt je i najvýraznejším prvkom v obraze. Malý kontrastný objekt je menej výraznejší ako veľký kontrastný objekt. Práve z toho dôvodu vstupuje hodnota kontrastnosti vybraného elementu, okolia a zároveň ich veľkosť. Meranie využíva princíp kontrastu RMS (root-mean-square), ktorý je odvodený zo smerodajnej odchýlky histogramu obrazu, čím indikuje farebnú variabilitu medzi hodnotami jednotlivých pixelov a ich priemerom. Smerodajná odchýlka sa zvyšuje s rastúcim kontrastom – čím je pridané do obrazu viac kontrastnosti, tým je možné rozprestrieť histogram tak, že celková tendencia súboru obrazových dát je mať väčšiu farebnú vzdialenosť medzi hodnotami jednotlivých pixelov a ich priemerom. Princíp RMS uvádza smerodajnú odchýlku hodnôt pixelov v obraze ako spôsob kvantifikácie kontrastu. (Keim, 2020). Smerodajná odchýlka je parameter obsiahnutý v histogramu obrazu.

**Vzorec 3:**  $\gamma = \text{abs}(\text{Smerodajná odchýlka komponenty} - \text{Smerodajná odchýlka okolia komponenty}) \times (\text{veľkosť komponenty} \div \text{veľkosť celého obrazu})$

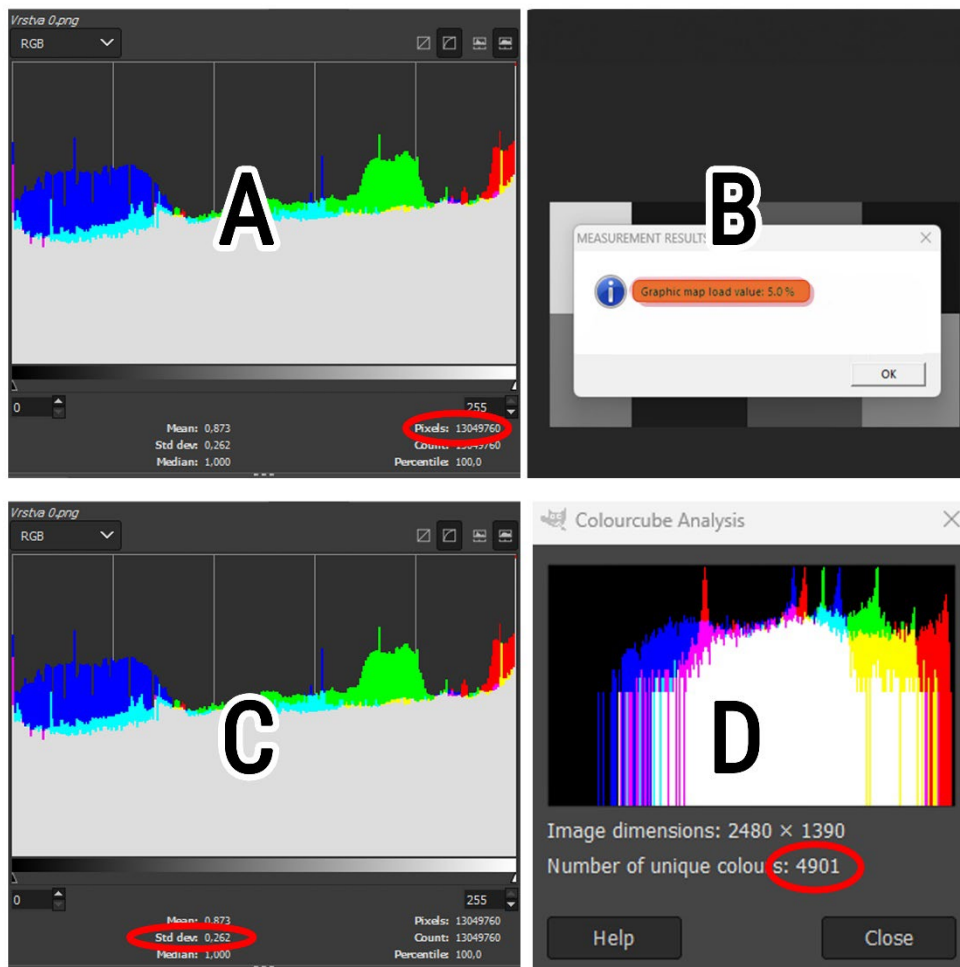
Vypočítaný indikátor určuje, ako výrazný je komponent pre používateľa z hľadiska jeho vizuálnej prezentácie v kontexte celého obrazu. Komponent s vyšším kontrastom voči kontrastu jeho okolia a jeho veľkosti je vizuálne atraktívnejší pre používateľa (Vondráková, 2016). Indikátor kvantitatívne poukazuje na to, ako je komponent na mape atraktívny z hľadiska vizuálneho vnímania. Práve vysoká prítťažlivosť nezávislých elementov v obraze reprezentuje infografické spracovanie obrazu.

**Farebnosť ( $\delta$ )** vyjadruje *chromatickosť komponentu*. Hodnota  $\delta$  udáva pomer zastúpenia jedinečných farebných tónov RGB v danom komponente, vypočítaný podľa vzorca 4. Čím viac farieb je zastúpených, tým vyššia je hodnota indikátoru  $\delta$ . Hodnota sa získa pomocou nástroja *Colorcube Analysis* v programe GIMP, ktorý kvantifikuje jedinečné farby v zvolenej oblasti obrazu (obr. 11–D). Parameter „Number of unique colours“ zobrazuje presný počet RGB farieb vo vybranej oblasti. Pri výpočte  $\delta$  sa následne relativizuje voči celkovému počtu možných farebných kombinácií v modeli RGB ( $256 \times 256 \times 256 = 16\,777\,216$ ), poskytujúc percentuálnu hodnotu, ktorá reprezentuje farebnú diverzitu komponentu.

**Vzorec 4:**  $\delta = (\text{Počet jedinečných farieb v komponente} \div 16\,777\,216) \times 100$

Farebnosť a samotná farba sú tiež dôležitými ukazovateľmi grafickej charakteristiky komponentu (Voženílek, 2018). Ak je farebnosť sústredená iba na vybrané komponenty a potlačená v zvyšku obrazu, ich dominancia v kontexte s ostatnými indikátormi bude pre čitateľa vyššia.

Vypočítaním týchto indikátorov pre všetky komponenty získame kvantifikovanú charakteristiku obrazu z hľadiska jednotlivých komponentov. Výsledné hodnoty sú kľúčové pre hodnotenie grafickej dominancie každého elementu, ale samy o sebe nie sú bez ďalšej integrácie do širšieho výpočtového procesu dostatočne vypovedajúce pre vyčlenenie infografickej miery. Pre vhodnú interpretáciu je nevyhnutné začleniť hodnoty do finálneho výpočtového procesu, ako je popísané v nasledujúcej kapitole 4.2.2. Indikátory tak slúžia ako prostriedok na vhodnú výpočtovú transformáciu nameraných parametrov do podoby vstupných hodnôt pre potreby metriky *IGV*.



Obrázok 11: A: Počet pixelov indikujúci veľkosť vybranej oblasti v programe GIMP.  
 B: Výstupné okno po prebehnutí výpočtu nástroja GMLMT a zobrazenie hodnoty grafickej náplne.  
 C: Hodnota Standard Deviation – smerodajnej odchýlky, ktorá indikuje kontrast.  
 D: počet unikátnych farieb v obraze

## 4.2.2 Výpočtová logika IGV

Indikátory v metrike *IGV* sú určené na kvantitatívne hodnotenie grafických a vizuálnych charakteristík komponentov obrazu. Každý indikátor – plocha pokrytia ( $\alpha$ ), grafická náplň ( $\beta$ ), vizuálna príťažlivosť ( $\gamma$ ) a farebnosť ( $\delta$ ) – poskytuje kvantifikované charakteristiky jednotlivých komponent. Pre plnohodnotný popis celkového obrazu *IGV* metrika využíva kombináciu stanovených indikátorov. *IndicatorScore* vyjadruje ohodnotenú kombináciu *IGV* indikátorov, ktorá svojou hodnotou vyjadruje grafickú dominanciu jednotlivých komponent.

*IndicatorScore* je možné definovať ako reprezentáciu celkovej grafickej dominancie každého komponentu hodnoteného obrazu založenú na výsledných hodnotách indikátorov  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , a  $\delta$ . Získaná hodnota umožní identifikovať nielen graficky najvýznamnejší komponent v hodnotenom obraze ale taktiež rozloženie dominancie medzi jednotlivými komponentami vzájomne.

Výpočet *IndicatorScore* je založený na súčte hodnôt jednotlivých indikátorov pre každý komponent individuálne. Matematické vyjadrenie výpočtu je uvedené vo vzorci 5.

**Vzorec 5:**  $IndicatorScore = \alpha + \beta + \gamma + \delta$



Výpočet *IndicatorScore* závisí od agregácie hodnôt  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  a  $\delta$ . Aby boli hodnoty indikátorov porovnateľné naprieč rôznymi obrazmi, je vhodné ich normalizovať. Normalizácia umožní vzájomne porovnávať hodnoty, ktoré i keď sú v rovnakých jednotkách, dosahujú diametrálne odlišné hodnoty, čo môže ovplyvniť výslednú interpretáciu. Zároveň však zachová dostatočnú objektivitu na to, aby i normalizované hodnoty svojou veľkosťou odpovedali nameraným hodnotám.

Za najvhodnejšie metódy normalizácie sa javia normalizácia prostredníctvom smerodajnej odchýlky, ktorá patrí medzi tie najpoužívanejšie, a normalizácia rozsahom. V literatúre sa termínom normalizácia dokonca často uvádza iba normalizácia smerodajnou odchýlkou. Jedná sa o typ úpravy hodnôt  $j$ -premennej (teda  $j$ -tého stĺpca matice  $x$ ), kde sa nová hodnota získa odpočítaním výberového priemeru tejto premennej od pôvodnej hodnoty a podelením smerodajnou odchýlkou tejto hodnoty. Rozsah nových hodnôt sa bude pohybovať približne v intervale od  $-3$  do  $3$ , pokiaľ má dataset normálne rozdelenie (Holčík a kol., 2015). Pri hodnotení a porovnávaní hodnôt rôznych obrazov v rámci *IGV* metriky je možné očakávať nenormálne rozloženie hodnôt. Tým, ako sú obrazy – predovšetkým tradičné mapy a infografiky, od seba odlišné, sa dá predpokladať značný výskyt extrémnych hodnôt rôznej veľkosti. Alternatívne je preto možné využiť aj zmienenu normalizáciu rozsahom, ktorá hodnoty na základe minimálnej a maximálnej novej dosiahnutej hodnoty môže škálovať do intervalu  $(0, 1)$ . Prípadové štúdie overia vhodnosť využitia vybraných spôsobov normalizácie.

Takto normalizované hodnoty *IndicatorScore* nám umožňujú kvantitatívne porovnávať grafické zameranie obrazov a identifikovať dominantné komponenty. Príkladom, vysoké hodnoty SPD komponenty značia priestorovo orientovaný hodnotený obraz. Vyrovnanejšie hodnoty všetkých indikátorov budú značiť vyššiu príslušnosť k infografike než k mape, pretože infografiky rozkladajú grafickú dominanciu na viac elementov. Navyiac, takto získané hodnoty tvoria kvantitatívnu popisnú charakteristiku obrazov. Čím viac bude máp a infografík do metriky vstupovať, tým konkrétnejšie hodnoty budú odpovedať mapám a infografikám, čím ich bude možné porovnávať.

Na základe získaných hodnôt *IndicatorScore* je možné v matici spracovať celkové hodnotenie obrazu vstupujúceho do *IGV*. Hodnota označujúca skóre stránky z pohľadu jej vizuálnej bohatosti odpovedajúcej vyčlenenej obecnej charakteristike infografiky sa nazýva *LayoutScore*.

*LayoutScore* predstavuje komplexný grafický atribút hodnoteného obrazu, ktorý zastrešuje všetky jeho komponenty a svojou hodnotou odráža ich spoločnú významnosť z pohľadu infografiky. Je vypočítaný ako vážený priemer *IndicatorScore* hodnôt pre každý komponent, vďaka čomu je možné posudzovať vizuálnu odlišnosť vstupujúcich obrazov. Váhy pridelené jednotlivým komponentom ( $SPD = 0,25$ ;  $QTV = 0,5$ ;  $ILD = 0,5$ ;  $TXT = 0,25$ ) sú stanovené na základe ich predpokladaného vplyvu na celkovú grafickú prezentáciu obrazu z pohľadu konceptu infografiky. Výpočet *LayoutScore* je súčtom vážených hodnôt *IndicatorScore* vydelený súčtom všetkých váh.

Matematická formula pre výpočet je uvedená vo vzorci 6:

$$\text{Vzorec 6: } \text{LayoutScore} = (\text{IndicatorScore}_{SPD} \times 0,25 + \text{IndicatorScore}_{QTV} \times 0,5 + \text{IndicatorScore}_{ILD} \times 0,5 + \text{IndicatorScore}_{TXT} \times 0,25) \div 1,5$$

Hodnoty váh odpovedajú dôležitosti dôraznosti na vybraný segment komponent, z akou sú využívané v definíciách ale i samotnej tvorbe infografík. Obecne z infografických charakteristík vyplýva (viď kapitola 3.2.3), že v ich obraze je kladený dôraz na ilustrácie a dátové vizualizácie, pričom stránka textová je potlačená. Priestorová zložka, predovšetkým vo forme mapy, je u klasického konceptu infografík chápaná v rámci dátových vizualizácií, čiže ako jeden z doplnkových elementov celého obrazu.

Nakoľko práca rieši koncept infografík v kartografii (priestorovo-orientovaných), predpokladá sa ich vysoká dominanciu už z pohľadu zostavenia celého obrazu. Mapy obecné dosahujú veľmi vysokú grafickú výraznosť z pohľadu všetkých vyčlenených indikátorov, preto SPD nebolo dané na roveň QTV a ILD. Tie svojím prevedením a grafickou dominanciou majú splňovať dominantnejšiu rolu v rámci infografického obrazu a tým ho odlišovať od bežnej mapovej stránky.

Pre vypovedajúci výsledok *LayoutScore* je vhodné hodnoty opäť normalizovať. Namerané aj vypočítané hodnoty pre všetky mapy a infografiky je nutné uložiť do jednej tabuľky, čo umožňuje normalizáciu a vzájomné porovnanie, pričom sa vychádza zo všetkých nameraných hodnôt pre všetky ohodnotené obrazy. Po normalizácii sa očakáva, že hodnoty budú patriť do intervalu  $(-3,3)$  alebo  $(0, 1)$  podľa zvoleného druhu normalizácie. Pre najlepšiu interpretáciu predovšetkým *LayoutScore* je vhodné využiť normalizáciu rozsahom. Čím sa hodnota *LayoutScore* bude približovať k 1, tým bude narastať miera infografického štýlu v mapách z pohľadu grafickej výraznosti komponent v obraze, ktoré zodpovedá vymedzenej logike v rámci *IGV*.

### 4.2.3 Interpretácia výsledkov

Výsledky metodického postupu *IGV* majú za cieľ popísať hodnotenú vizualizáciu pomocou kvantitatívnych ukazateľov stanovených indikátorov, ktoré ho svojou kombináciou komplexne popisujú z pohľadu grafickej výraznosti či dominancie. Práve grafická výraznosť alebo pútavosť či výrazný vizuálny aspekt ako taký je kľúčovým faktorom definujúcim infografiku (viď kap. 3.2.5), z pohľadu v komponent predovšetkým dátovo-vizualizačných a ilustratívnych. Práve preto smerodajnou vypočítanou hodnotou je *LayoutScore*, ktoré vďaka váženému priemeru hodnôt vyzdvihne vybrané charakteristiky obrazu v kontextu infografiky. *Čím vyššiu hodnotu LayoutScore hodnotená vizualizácia získa, tým je z pohľadu metriky IGV infograficky lepšie spracovaná oproti iným dielam.* Hodnota *LayoutScore* slúži nielen na porovnávanie hodnotených obrazov medzi sebou ale taktiež má dopomôcť vyčleniť mieru infografického štýlu v obraze samotnom.

Sekundárna hodnota *IndicatorScore* dokáže svojou hodnotou popísať hodnotený obraz z pohľadu dominantnosti danej komponenty v obraze. *Čím vyššiu hodnotu IndicatorScore komponent hodnoteného obrazu má, tým je oproti ostatným komponentom výraznejší.* Hodnota *IndicatorScore* slúži k porovnávaniu grafickej výraznosti komponent medzi sebou v rámci jedného obrazu, tak i po normalizácii v rámci *IndicatorScore* viacerých obrazov.

K interpretácii výsledkov je vhodné využiť vizualizačné nástroje, ktoré graficky znázornia výstupne hodnoty z *IGV* metriky, ako pre *IndicatorScore* tak i pre porovnávanie *LayoutScore*. Vhodnou vizualizačnou metódou pre interpretáciu *IndicatorScore* sa ponúka Spider alebo Radar Chart, ktorý umožňuje dvojrozmernú vizualizáciu jedného alebo viacerých hodnôt spoločných kvantitatívnych premenných. Každá premenná má svoju vlastnú os, pričom ich počiatok je v strede vizualizácie. I keď je Radar Chart často nesprávne využívaný (Odds, 2011 alebo Few, 2005), keď sa osy vyjadrujú hodnoty v rôznych jednotkách alebo mierkach, pri správnom využití je efektívnou metódou zobrazenie multidimenzionálnych dát (Holtz, 2019). Každá os tak bude odpovedať jednej komponente a po normalizácii hodnôt ich vykreslenie bude odpovedať vhodnej implementácii metódy.

Pre vizualizáciu *LayoutScore* sa nabáda využitie jednoduchšej vizualizácie v rámci jedného rozmeru na pomyselnéj ose  $x$ , pretože sa jedná o jednorozmerné dáta, ktoré je potrebné porovnať na základe ich hodnoty. Ponúka sa využitie jednoduchého bodového grafu, kde je os  $x$  je definovaná hraničnými hodnotami *LayoutScore* po normalizácii. Vykreslením hodnôt v takomto prevedení umožní jednoducho identifikovať podobné hodnoty a navzájom ich porovnávať.



Podstatným faktorom pri identifikácii infografiky a zároveň jej vyčlenení od mapy je výber stanovených elementov, resp. komponent v rámci hodnotených vizualizácií. Ich zastúpenie v rámci vizualizácii môže pomôcť definovať hranicu, pri ktorej je možné tvrdiť, že sa jedná infografický štýl mapového diela, alebo nie. To však bude možné až po aplikácii metriky na konkrétne mapy, infografiky, geovizualizácie a ďalšie grafické prezentácie priestorových dát. Práve z tohto dôvodu bolo stanovené vypočítanie *IndicatorScore*, ktoré svojimi hodnotami (či zvolenou vizualizáciou) vytvorí typickú charakteristiku mapy a infografiky z hľadiska ich zloženia. *LayoutScore* parametrizuje mapy a infografiky na základe využitia konkrétnych elementov a ich grafickej výraznosti, a svojou hodnotou popisuje mieru infografického štýlu v obraze – v kontexte tejto práce v mape.

Výsledkom bude tak určitá škála, ktorá pri dostatočnom počte opakovaní meraní, vyčlení kvantitatívne mieru infografiky v mapách prostredníctvom hodnoty *LayoutScore* vychádzajúcej z metriky *IGV*. Takto získaná informácia umožní kvantitatívne porovnávať predovšetkým kartografické produkty medzi sebou. Tým môže dopomôcť autorom kartografických diel vytvárať modernejšie a efektívnejšie kartografické produkty. Druhým, nemenej podstatným faktorom, je skutočnosť, že kvantitatívnou metrikou podložené ohodnotenie obrazu pomôže podporiť, či vyvrátiť, širokú škálu teoretických definícií o infografike v kartografii. Na základe toho bude možné exaktnejšie vyčleniť pravidlá jej tvorby a využitia v kartografii.

#### 4.2.4 Technické a softwarové požiadavky metriky

Prakticky je možné metriku *IGV* použiť na hodnotenie obrazov v digitálnej podobe, kvôli využitiu špecifických grafických programov. Môže sa pritom jednať o originálne digitálne obrazy alebo naskenované ekvivalenty s dostatočným rozlíšením uložených do jednotného farebného modelu. V oboch prípadoch sa predpokladá využitie čo najviac kvalitných obrazov v rozlíšení najmenej 150 DPI. Pretože súčasťou merania je aj získavanie informácií o rozmeroch elementov, nie je vhodné obraz nijak rozmerovo ani obsahovo transformovať či deformovať.

K vhodným výsledkom je možné sa dopracovať na základe kvalitne pripravených obrazových súborov tak, aby zabezpečili konzistentné grafické charakteristiky s rovnakým rozlíšením (150 DPI) a jednotným formátom, za ktorý bol stanovený *JPG*. Aj napriek tomu, že *JPG* je stratový formát, jeho použitie na uchovávanie informácií v obraze patrí medzi najbežnejšie. Kompresia je založená na diskretnej kosínusovej transformácii, ktorá identifikuje najmenej významné črty obrázka a zahadzuje ich bez významnej straty kvality. Aj keď matematické podrobné detaily obrazu sú zaujímavé a v mnohých smeroch dôležité, z hľadiska využitia nie sú priveľmi podstatné (Šrámek, 2011). Z pohľadu *IGV* metriky, *pokiaľ všetky obrazy budú vstupovať jednotne pod rovnakou špecifikáciou, v jednotnom formáte a rozlíšení, porovnateľnosť výsledkov je zaručená.*

Jednotlivé obrazové charakteristiky elementov je potrebné získať za pomoci grafických rastrovoorientovaných programov. Doporučeným a najdostupnejším softwarom pre zber informácií o obrazových dátach je GNU Image Manipulation Program (*GIMP*), ktorý je voľne dostupným rastrovo orientovaným multiplatformným grafickým program pracujúcim pod licenciou GNU General Public License (*GIMP*, 2023). Alternatívne je možné použiť pre získavanie niektorých hodnôt aj iné programy, ako napríklad *Adobe Photoshop* z balíčka Creative Cloud ([www.adobe.com](http://www.adobe.com)) alebo *Corel Draw Graphic Suite* ([www.coreldraw.com](http://www.coreldraw.com)), jedná sa však o softwary s platenou licenciou a nie je možné do nich nainštalovať extenziu *GMLMT*, ktorá pracuje výlučne v prostredí *GIMP*. Softwary je možné kombinovať vždy tak, že parametre pochádzajúce z histogramu budú zbierané v jednom programe, *GMLMT* v ďalšom a údaje o počte farieb v ďalšom.

Zber parametrov pochádzajúcich z histogramu nemožno kombinovať z viacerých softwarov súčasne, nakoľko ich hodnoty sa môžu líšiť. Výpočet histogramu je vždy internou súčasťou každého softwaru, ktorá môže využívať odlišné prepočty hodnôt RGB na pozadí. V práci je využitý princíp kombinácie softwarov *Adobe Photoshop* pre prípravu obrazu a získanie parametrov z histogramu, a softwaru *GIMP* na získanie informácií o počte farieb a grafickej náplne komponenty.

V prvopočiatku je pred aplikáciou metriky a zberom parametrov potrebné v obraze identifikovať jednotlivé elementy vyčlenené v kapitole 4.2.1. K tomuto účelu je vhodné použiť nástroja *Intelligent Scissors* (v programe *GIMP*) alebo prípadne *Magic Wand* či *Magnetic Lasso* (*Adobe Photoshop*). Uvedené nástroje automaticky ohraničujú objekty s dostatočne kontrastnou hranou, ktoré sú zväčša komplikovanejšie. Nástroje *Magnetic Lasso* a *Intelligent Scissors* sú ekvivalentnými. Po prejení kurzorom okolo konkrétneho elementu sa automaticky vyznačí jeho hrana, čím je element najvernejšie opísaný a vyznačený. Následne je ho možné prekopiovať do samostatnej vrstvy (*Zoner Photo Studio*, 2024). Dodatočne sa môže využiť aj nástroj *Magic Wand*, ktorý je dostupný výlučne v *Adobe Photoshop*, ktorý dokáže vyčleňovať pixely s podobnou farebnou informáciou (*Adobe*, 2024a). Po vyznačení požadovanej oblasti je možné elementy prekopiovať do samostatnej virtuálnej vrstvy v rámci využívaného softwaru, kde existuje ako samostatný objekt bez ďalšieho pozadia, pričom pôvodný obraz zostáva uložený v rovnakom projekte, s rovnakou špecifikáciou, ale v inej vrstve (*Adobe*, 2024b).

Software *GIMP* na základe svojej otvorenej štruktúry má možnosť rozšíriť svoju funkcionálnosť, čo je vlastnosť využívaná nástrojmi na meranie grafickej náplne mapy (*GMLMT*), ktorý existuje vo forme Python skriptu špeciálne navrhnutého pre tento grafický software. Spustením kódu je nástroj automaticky integrovaný do užívateľského rozhrania a môže byť využitý podľa potreby (*Barviř*, 2021) – v prípade metriky *IGV* z dôvodu získania hodnoty indikátoru grafická náplň. V súčasnosti je nástroj *GMLMT* dostupný len v programe *GIMP*, preto je jeho využitie nevyhnutné. Podľa *Barviře* (2021) sa plánuje jeho implementácia v rámci online nástroja avšak v bližšie nešpecifikovanom termíne.

K získaniu parametrov elementov zo vstupného obrazu – ako sú veľkosť elementu v pixeloch alebo smerodajná odchýlka, je potrebné využiť implementovanej funkcie nástroja histogram, ktorá poskytuje komplexnú charakteristiku údajov o celom obraze, vrátane zmien. Histogram je grafická reprezentácia distribúcie intenzít pixelov v obraze. Zobrazuje počet pixelov pre každý farebný alebo jasový tón, pričom os  $x$  predstavuje intenzitu (hodnotu) a os  $y$  predstavuje počet pixelov s touto intenzitou (*Chen*, 2024). V rámci histogramového okna je možné získať štatistické údaje o obraze, ktoré odpovedajú parametrom vstupujúcich do výpočtu indikátorov. Histogram je súčasťou väčšiny grafických softwarov i internetových knižníc. V rámci *IGV* je pracované s histogramom RGB.

Pre zozbierané hodnoty a následné výpočty je vhodné ideálne prostredie tabelárneho editoru akým je napríklad *Microsoft Excel* z balíka *Office 365* od spoločnosti *Microsoft*. Alternatívne je možné nahraďovať open-source variantov *LibreOffice Calc*, kde sa jedná o tabuľkový program porovnateľný s *Microsoft Excel*. Softwary medzi sebou dokážu aj kooperovať na základe využitia formátu *OpenDocument* (.ods), čím je umožnená interoperabilita s viacerými zariadeniami či užívateľmi. *Libre Office* ale dokáže otvárať a následne editovať aj natívne formáty *MS Excel* (*LibreOffice*, 2024). V uvedených riešeniach je možné dáta užívateľsky triediť, predefinovať si výpočetné vzorce indikátorov, *IndicatorScore*, ale aj *LayoutScore*, kde po zadaní hodnôt dôjde k automatickému výpočtu.

Na vizualizáciu výsledkov a ich podrobnú analýzu je možné využiť širokú škálu nástrojov. K jednoduchej vizualizácii je možné priamo využiť vizualizačné nástroje *MS Excel* či *Calc*. V týchto prípadoch sa jedná o základné statické vizualizácie s obťažnejšou možnosťou rozšírenej editácie. Vhodnejšou skupinou nástrojov sú online či offline produkty vhodné k tvorbe k interaktívnych dátových vizualizácií. Medzi také nástroje patrí aj *Flourish Studio*. Jedná sa o online platformu, ktorá umožňuje užívateľom vytvárať interaktívne a atraktívne vizualizácie dát bez potreby programovania.

*Flourish studio* poskytuje širokú škálu prednastavených grafických prvkov a animácií, ktoré umožňujú ľahko a rýchlo vytvárať vizuálne atraktívne prezentácie dát. Užívateľia môžu importovať svoje dáta priamo do nástroja alebo využiť dostupné šablóny na rýchle vytvorenie vizualizácií. *Flourish Studio* je populárny medzi novinármi, analytikmi a dizajnéromi, ktorí potrebujú efektívne a atraktívne prezentovať svoje dáta online (Flourish, 2024). *Tableau* môže byť ďalšou alternatívou na vizualizáciu dát. Umožňuje užívateľom vytvárať interaktívne vizualizácie a dashboardsy z rôznych zdrojov dát. Používatelia môžu jednoducho preskúmať svoje dáta a objavovať vzťahy a trendy pomocou rôznych grafických prvkov a filtračných možností. *Tableau* tiež ponúka možnosti spolupráce a zdieľania vytvorených vizualizácií s ostatnými členmi tímu. *Power BI* je populárny vizualizačný nástroj, ktorý je vyvíjaný spoločnosťou *Microsoft*. Podobne ako *Tableau*, umožňuje užívateľom vytvárať interaktívne vizualizácie a dashboardsy z rôznych zdrojov dát, avšak natívne integruje tabuľky z *MS Excel*. *Power BI* ponúka široké možnosti analýzy dát a prispôsobenia vizualizácií podľa potrieb užívateľa. Okrem toho umožňuje aj integráciu s ďalšími nástrojmi a službami spoločnosti *Microsoft*, ako sú *Excel*, *SharePoint* a *Azure* (Openai, 2024). Vhodná vizualizácia navrhnutými dátovými vizualizáciami umožní jednoduchú interpretáciu získaných hodnôt indikátorov pre koncového užívateľa, *LayoutScore* a *IndicatorScore*.

Manuál popisujúci praktickú aplikáciu IGV metriky v rámci vlastnej štúdie je dostupný na [https://bit.ly/IGV\\_manual](https://bit.ly/IGV_manual). Pripravený manuál popisuje možnosť kombinácie softwaru Adobe Photoshop a GIMP, tak ako bola použitá v tejto práci, tak i využitie iba v softwaru GIMP, ktorý nie je viazaný na platenú licenciu.

## 5. OVEROVANIE FUNKCIONALITY METRIKY IGV

Teoreticky navrhnutý koncept metriky *IGV* je založený na predpokladoch vychádzajúcich z obsiahlej literárnej rešerše z oblasti infografiky, kartografie a vizuálnej analýzy, existujúcich metrických prístupov máp a vizualizácii, a v neposlednej rade tiež expertnými skúsenosť autora z praktickej tvorby infografík, máp a atlasov. Takto navrhnutý teoretický koncept je potrebné overiť z praktického pohľadu.

Overovanie funkcionality sa zakladá na použití metodologického prístupu *IGV* na konkrétnych vzorkách obrazu, pričom výsledky hodnotení odpovedajú na predom stanovené hypotézy. Pre tieto potreby boli navrhnuté prípadové štúdie, ktoré aplikujú metriku na *schematické obrazy, mapy a atlasové stránky, a infografiky*. Do evaluačného procesu vstupujú digitálne aj naskenované obrazy predovšetkým mapového charakteru, nakoľko práca je zameraná na determináciu infografiky práve v kartografii.

Cieľom testovania je prostredníctvom priamej aplikácie *IGV* overiť správnosť nastavenia parametrov metriky samotnej, a to predovšetkým z pohľadu *a) zaradenia elementov do komponentov, b) vhodnosti stanovených indikátorov, c) správnosti nastavenia váh pre výpočet LayoutScore*. Sledovaním uvedených oblastí bude možné prostredníctvom prípadových štúdií ich vhodnosť a správnosť potvrdiť, či vyvrátiť, a následne navrhnúť vhodnú optimalizáciu.

### 5.1 Prípadové štúdie

Praktické nasadenie metriky *IGV* bolo prevedené na vzorke celkom **48 obrazov** rozličného charakteru, podľa potreby zamerania vstupných obrazov. Preto boli prípadové štúdie rozdelené do troch kategórií:

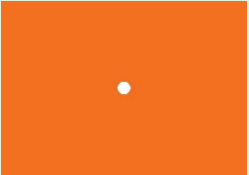

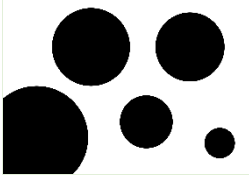
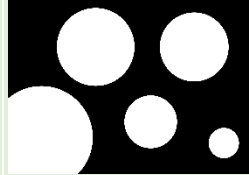
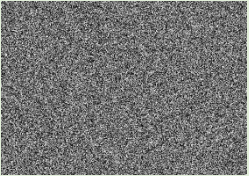
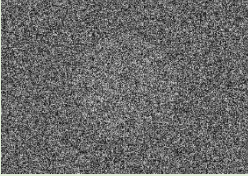
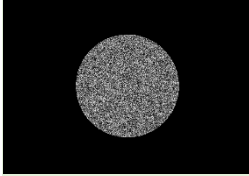
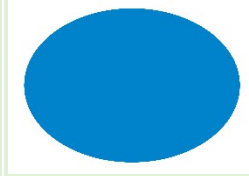
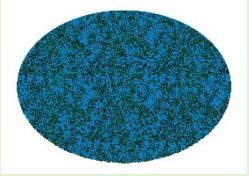
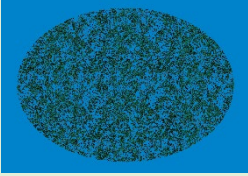
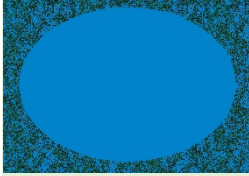
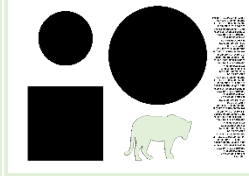
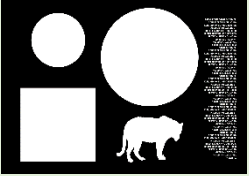
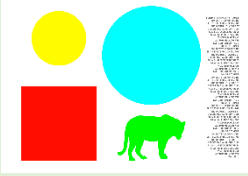
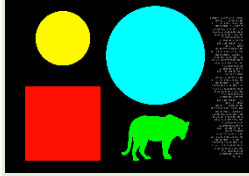
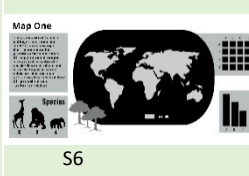
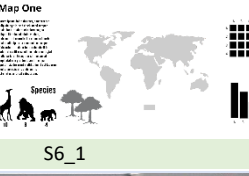








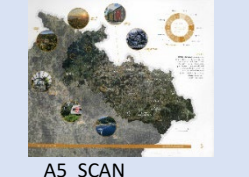



- a) *Schematické obrazy* – vstupné obrazy schematického charakteru s rôznou farebnosťou, rozmiestnením výplňou a kompozíciou navrhnuté autorom práce. Cieľom je otestovať výpovednosť stanovených indikátorov na obrazoch, ktoré svojim, i keď schematickým stvárnením, simulujú v obraze rôznu výraznosť, kontrastnosť, farebnosť, štruktúru či veľkosť. Práve tieto charakteristiky obrazu navrhnuté indikátory sledujú.
- b) *Mapy* – hlavným testovacím obrazom metriky *IGV* by mali byť mapy, u ktorých bude zisťovaná miera infografického štýlu. Práve z tohto dôvodu najväčším balíčkom testovacích obrazov sú mapy a atlasové stránky. Vzorka máp sa skladá od rôznych autorov, s odlišným tematickým zameraním, grafickým prevedením, jazykovou mutáciou a z rôznych časových období.
- c) *Infografiky* – dôležitou vzorkou obrazov sú aj reprezentatívne infografiky rôznych druhov, typov a grafického spracovania. Ohodnotená vzorka infografík vytvorí dôležitý kvantitatívny základ k porovnaniu vzorky máp. Infografiky sú tvorené vzorkou od rôznych autorov, odlišným tematickým spracovaním, jazykovou mutáciou, rôznych časových období a grafickým spracovaním odpovedajúci infografickej definícii vychádzajúcej tejto práce.

Voľba vzorových stránok z kategórie máp a infografík bola expertným výberom autora, splňuje nasledujúce kritériá (jednotlivo, nie súčasne): *hodnotená vzorka by mala vždy obsahovať zástupcov všeobecnej koncepcie priestorovej infografiky; moderného mapového posteru; klasických atlasových mapových stránok*. Na doplnenie vzorky boli prostredníctvom umelej inteligencie Midjourney vygenerované obrázky s definíciou infografiky v mapách – v oboch skupinách, infografickej aj mapovej, boli vygenerované príklady pre každý typ. Obe skupiny príkladov boli vytvorené na základe promptu definujúcej klasický štýl a moderný štýl infograficko-atlasovej mapovej stránky. Schematické obrazy vytváral autor manuálne pri zohľadnení pokrytia stanovených kritérií v grafickom programe Adobe Photoshop.



Vzorka obrazov pokrýva naskenované tak aj digitálne obrazy, niektoré z nich i s ekvivalentným obsahom, aby mohol byť overený vplyv skenovania obrazu na výsledky metriky. Prehľad vstupných obrazov prehľadne textovou formou popisuje tabuľka 4. Konkrétne vstupujúce obrazy sú dostupné na stránkach <https://bit.ly/igv-gallery>.

Tabuľka 4: Prehľad testovaných obrazov v príslušných kategóriách

Schematické obrazy				
	S1	S1_1	S2	S2_1
				
	S3	S3_1	S3_2	S4
				
	S4_1	S4_2	S4_3	S5
				
S5_1	S5_2	S5_3	S6	
				
S6_1				
Mapové obrazy				
	A1_SCAN	A2_SCAN	A3_SCAN	A4_SCAN
				
	A5d_DIGITAL	A6d_DIGITAL	A7d_DIGITAL	A8d_DIGITAL
				
	A5_SCAN	A6_SCAN	A7_SCAN	A8_SCAN



Infografické obrázky

### 5.1.1 Realizácia experimentov

Všetky prípadové štúdie realizoval autor práce samostatne s jednotným postupom, ktorého parametre, priebeh a technické zabezpečenie popisuje v nasledujúcich kapitolách. Vstupné obrázky vyčlenené v kapitole 5.1 boli manuálne segmentované, hodnoty vhodne štruktúrované a uložené do jedného formátu. Prehľad vstupných dát do výpočtu je dostupný v elektronických prílohách práce. Praktický manuál taktiež popisuje túto aplikáciu [https://bit.ly/IGV\\_manual](https://bit.ly/IGV_manual).

### 5.1.1.1 Software

Pre potreby grafického spracovania a extrakcie hodnôt zo vzorových obrazov bolo využitého programu Adobe Photoshop 2024 – pre segmentáciu obrazu a získanie parametrov z histogramu; a programu GNU Image Manipulation Program (GIMP – v. 2.10.36) pre získanie hodnôt grafickej náplne a počtu farieb. Kombinácia softwarov bola zvolená kvôli lepšej možnosti s manipuláciou a vyznačovaním elementov v rámci Adobe Photoshop, ktorý je z užívateľského pohľadu prívetivejší a k výberu elementov v obraze využíva integrovanú umelú inteligenciu, vďaka ktorej je proces jednoduchší a rýchlejší. Program GIMP je nevyhnutné využiť z dôvodu získania informácií o grafickej náplne prostredníctvom GMLMT a počtu farieb v rámci vybraného obrazu prostredníctvom *ColourCube Analysis*. GMLMT – nástroj na meranie zaťaženia grafických máp, sa po spustení kódu podľa návodu dostupného na <https://radiat.cz/napln/> integruje do rozhrania automaticky. Následne zber dát postupoval podľa spracovaného manuálu.

Microsoft Office Excel z balíka Office 365 v najaktuálnejšej verzii bol zvolený pre záznam nameraných parametrov a semi-automatický výpočet hodnôt indikátorov, *IndicatorScore* a *LayoutScore*. Licencovanie programu bolo zaistené študentskou licenciou Univerzity Palackého v Olomouci, ktorou disponuje každý študent univerzity. V tabuľke Excelu mohli byť nastavené priamo výpočtové vzorce jednotlivých indikátorov, čím bolo možné zadávať len hodnoty z prostredia Adobe Photoshop a GIMP priamo do predpripravenej tabuľky v Microsoft Excel. Takýmto spôsobom vznikla kolekcia niekoľkých tabuliek, pričom každá z nich odpovedala popisu jedného obrazu v kontextu metriky *IGV*. Schematické znázornenie nastavenia tabuľkového prostredia ilustruje tabuľka 5, ktorá ukazuje metódu zápisu a výpočtu hodnôt, taktiež aj proces normalizácie.

Tabuľka 5: Príklad zápisu dát do tabuľky a výpočtu indikátorov, LayoutScore a IndicatorScore so vzorcami, spolu s ukážkou normalizácie hodnôt pomocou rozsahu

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
1	Komponent	Počet pixelov výber	Sm. odchýlka okolia výberu	GMLMT	Počet farieb	Plocha pokrytia	Grafická náplň	Vizuálna atraktivita	Farebnosť	IndicatorScore	LayoutScore	
2	SPD	hodnota	hodnota	hodnota	hodnota	$= (B2/SBS6) \times 100$	$= B2$	$= (ABS(C2-D2)) \times (B2/SBS6)$	$= (F2/16777216) \times 100$	$= (H2+I2+J2+K2)$		
3	QTV	hodnota	hodnota	hodnota	hodnota	$= (B3/SBS6) \times 100$	$= B3$	$= (ABS(C3-D3)) \times (B4/SBS6)$	$= (F3/16777216) \times 100$	$= (H3+I3+J3+K3)$	$= (L2 \times 0,25 + L3 \times 0,5 + L4 \times 0,5 \times L5 \times 0,25L2)/1,5$	
4	ILD	hodnota	hodnota	hodnota	hodnota	$= (B4/SBS6) \times 100$	$= B4$	$= (ABS(C4-D4)) \times (B4/SBS6)$	$= (F4/16777216) \times 100$	$= (H4+I4+J4+K4)$		
5	TXT	hodnota	hodnota	hodnota	hodnota	$= (B5/SBS6) \times 100$	$= B5$	$= (ABS(C5-D5)) \times (B5/SBS6)$	$= (F5/16777216) \times 100$	$= (H5+I5+J5+K5)$		
6	Celý list	hodnota	hodnota	hodnota	hodnota	$= (B6/SBS6) \times 100$	$= B6$	$= (ABS(C6-D6)) \times (B6/SBS6)$	$= (F6/16777216) \times 100$	$= (H5+I5+J5+K5)$		
<b>normalizované hodnoty</b>												
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
1	Obraz	IndicatorScore SPD	IndicatorScore QTV	IndicatorScore ILD	IndicatorScore TXT	LayoutScore	IndicatorScore SPD	IndicatorScore QTV	IndicatorScore ILD	IndicatorScore TXT	LayoutScore	
2	Mapa1	hodnota	hodnota	hodnota	hodnota	hodnota	$= (B2-E5)/(E6-E5)$	$= (C2-E5)/(E6-E5)$	$= (D2-E5)/(E6-E5)$	$= (E2-E5)/(E6-E5)$	$= (F2-F5)/(F6-F5)$	
3	Mapa2	hodnota	hodnota	hodnota	hodnota	hodnota	$= (B3-E5)/(E6-E5)$	$= (C3-E5)/(E6-E5)$	$= (D3-E5)/(E6-E5)$	$= (E3-E5)/(E6-E5)$	$= (F3-F5)/(F6-F5)$	
4	Mapa3	hodnota	hodnota	hodnota	hodnota	hodnota	$= (B4-E5)/(E6-E5)$	$= (C4-E5)/(E6-E5)$	$= (D4-E5)/(E6-E5)$	$= (E4-E5)/(E6-E5)$	$= (F2-F5)/(F6-F5)$	
5	Min	$= \min(B2:E4)$					$= \min(F2:F4)$					
6	Max	$= \max(B2:E4)$					$= \max(F2:F4)$					



Po výpočte *IndicatorScore* a *LayoutScore* je vhodné hodnoty v rámci získanej vzorky normalizovať. Normalizácia prebieha pre hodnoty *IndicatorScore* jednotlivých komponent hromadne, aby bolo možné sledovať ich diverzifikáciu hodnôt a vystihnúť tak dominanciu komponent. *LayoutScore* sa normalizuje na základe získaných hodnôt naprieč hodnotenými obrazmi. V prípade, že potrebujeme medzi sebou porovnávať vybrané vzorky v rámci jednej skupiny – napr. mapové alebo infografické obrazy, tak ako tomu je v tejto práci, do normalizácie vstupujú iba hodnoty pre vybrané obrazy v rámci jednej skupiny.

Pre vizualizáciu výsledkov a následnú vizuálnu analýzu bol použitý online nástroj *Flourish Studio*, ktorý ponúka široké možnosti vizualizácie údajov. Prostredie obsahuje širokú škálu predefinovaných šablón potrebných k tvorbe primárne interaktívnych dátových vizualizácií. Interaktivita so sebou prináša tri základné funkcie – viacnásobnú vizualizáciu, aktívnu kontrolu nad obrazom a analýzu (Perdana, 2019). Užívateľ má možnosť zmeny vizuálneho obrazu, pričom aktívna kontrola zobrazovania dodatočných informácií umožní úspešnejšiu analýzu výsledkov a ich následnú interpretáciu.

### 5.1.1.2 Príprava vstupných dát

Prvým krokom pred praktickým zberom parametrov popisujúcich komponenty testovacích obrazov, je samotné nahratie do prostredia GIMP. Na základe vyčleneného prístupu v kapitole 4.2.4, ohodnocované obrazy musia vstupovať vo formáte .JPG s rozlíšením odpovedajúcemu 150 DPI a farebnom profile RGB. Kvôli zachovaniu konzistentného merania, všetky vzorové musia odpovedať stanovenej veľkosti  $2450\text{ px} \times \text{auto}$  (automaticky prepočítaný rozmer na základe proporcií vzorky), čím sa zabezpečí jednotná veľkosť vzorky vhodná pre bežné rozlíšenia digitálnych obrazoviek. Vznikne tak štandardizovaný obraz v mriežke o jednotnej veľkosti. Žiadna ďalšia transformačná úprava obrazu či jeho grafická úprava nie je prípustná.

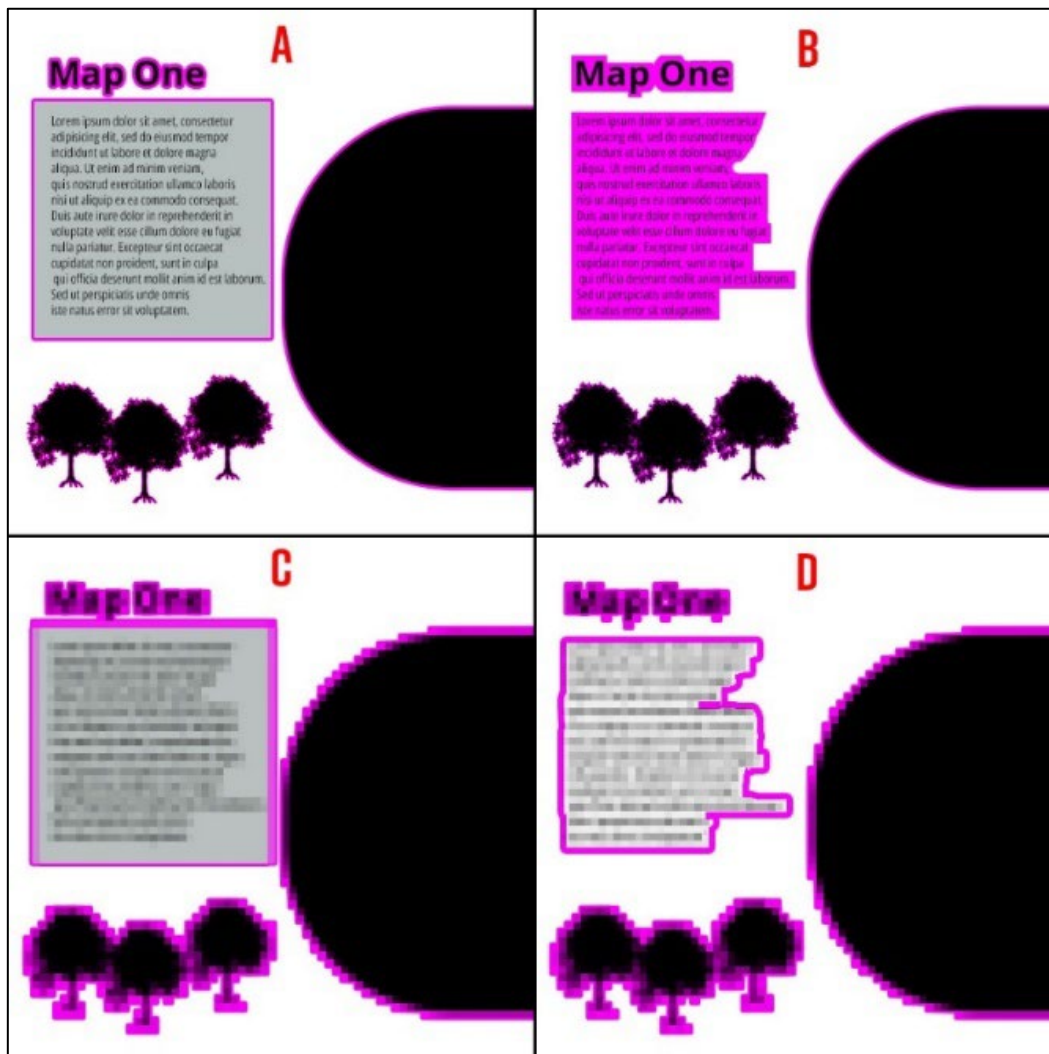
Pokiaľ je obraz v uvedenej špecifikácii úspešne nahraný do grafického softwaru, je možné pristúpiť k praktickému výberu elementov, pre ktoré sú následne identifikované charakteristiky. S cieľom uľahčiť presný výber prvkov vo vzorkách a zachytiť reprezentatívne informácie o farbách z obrázkov sa predpokladá transformovanie obrazu do pravidelnej mriežky  $20 \times 20\text{ px}$ , pri zachovaní pôvodného rozlíšenia. Tento prístup by mal zaručovať zachovanie reprezentatívnych grafických a vizuálnych informácií vo všetkých vzorkách a redukuje možnosť ľudskej chybovosti počas procesu selekcie elementov v obraze. Takto vytvorená mriežka umožní užívateľovi pri využití nástroja *Intelligent Scissors* lepší výber elementu, pretože sa pri vyznačovaní zachytávajú náklade kontrastného rozdielu medzi pixelmi, ktorý teraz bude väčší a výraznejší. Či je prístup segmentácie vhodný pre aplikáciu metriky *IGV* overia prípadové štúdie.

Vzhľadom na význam o farebných informácií v procese merania sa počas selekčného prístupu zohľadňovali dva špecifické prístupy: 1) *výber prvkov s rovnakým pozadím ako ich okolie* alebo 2) *výber prvkov s inou farbou pozadia ako ich okolie*. Farba a spracovanie pozadia má dôležitý vplyv na výslednú charakteristiku. Jeho opomenutie už pri vstupe by mohlo znamenať skreslenie výsledných výsledkov. Tento predpoklad bude otestovaný aj v rámci prípadových štúdií.

Proces segmentácie zabezpečuje zachovanie farebnej informácie v rámci označených elementov na úrovni pixelov, kde ich farebná informácia bola prepočítaná do väčšej veľkosti pixelu. Proces označovania je znázornený na verziách C a D na obr. 12, kde segmentovaný obrázok vykazuje podobné vlastnosti (premerané metrikou *IGV*) ako obe verzie schematických máp v klasickom zobrazení. Ich hodnoty sú len v nižšie. Následne bolo možné oblasti označených elementov segmentovať do samostatných vrstiev, kde mohli byť zlúčené do odpovedajúcich komponentov.

Mimo vybrané elementy, je potrebné vyčleniť aj okolie elementu (tzn. celý vstupný obraz z výrezom daného vybraného elementu), pretože aj táto informácia vstupuje do výpočtu indikátorov.

Vzhľadom na relevantnosť informácií o farebnosti v rámci procesu merania sa pri výbere zohľadnili dva špecifické prístupy: 1) výber elementov *s rovnakým pozadím* ako ich okolie alebo 2) výber elementov *s inou farbou pozadia* ako má ich okolie. Proces segmentácie zabezpečil zachovanie farebnej informácie v rámci označených prvkov na úrovni pixelov. Proces označenia je znázornený vo variantách C a D na obr. 12, kde segmentovaný obraz vykazuje podobné vlastnosti ako obe verzie schematických máp z rôznych vzoriek. Následne bolo možné oblasti označených prvkov segmentovať do vrstiev a začleniť ich do procesu hodnotenia na základe vopred definovaných kritérií a metód merania. Vhodnosť stanoveného vyčlenenia overujú prípadové štúdie popísané v kapitole 5.1.1.



Obrázok 12: Schematický príklad výberu prvkov na vzorovom obrázku s pozadím (A) a bez špecifického pozadia (B) v plnom rozlíšení. Prístup IGV aplikuje výber prvkov po segmentácii pre prvky s pozadím (C) a bez pozadia (D)

### 5.1.1.3 Zber vstupných hodnôt

Hodnota farebnej a rozmerovej vlastnosti elementu je získavaná prostredníctvom nástroja histogram, ktorý umožní určiť hodnotu plochy pokrytia (vrátane jeho okolia) pomocou hodnoty počtu pixelov odpovedajúcej označenej oblasti, resp. vyčlenenej vrstvy. Smerodajná odchýlka je prítomná tiež v histograme a poskytuje informácie o kontrastnosti elementu samotného kontrastu. Počet farieb v prvku bol presne určený pomocou nástroja *Colourcube Analysis*. Informácia o grafickej náplni elementu poskytuje priamo nástroj GMLMT, ktorý ju podá v prvom informačnom okne.

Doporučuje sa použiť nástroj GMLMT ako posledný v procese hodnotenia, pretože nad obrazom vytvorí originálne mriežku popisujúcu grafickú náplň každej časti hodnotiaceho obrazu a taktiež farebne deformuje vstupný obraz v projekte. Dôvody a ilustračne znázornený zber dát priamo popísanými nástrojmi je dostupný v kapitole 4.2.1, časť indikátory.

Po zaznamenaní hodnôt do tabuľky a ich zadání do preddefinovaných vzorcov v programe podľa vzoru tabuľky 5 sa získali konkrétne hodnoty indikátorov pre všetky elementy pre každú zo vstupných obrazov osobitne. Tento prístup umožní presné a systematické vyhodnotenie vizuálnych charakteristík každého elementu, čo vedie k lepšiemu porozumeniu zobrazovaných dát a celkovej štruktúre mapovej či infografickej stránky. Vďaka tomu bude možné lepšie analyzovať vplyv jednotlivých prvkov na celkový dojem a funkčnosť mapy a porovnať ho v kontexte infografiky.

## 5.2 Výsledky prípadových štúdií

Metrika *IGV* bola jednotne aplikovaná na skupiny obrazov definovaných v kapitole 5.1, ktoré boli pripravené a analyzované v rastrovo orientovanom grafickom software (viď kapitola 5.1.1.1), v predom definovanom unifikovaného formáte dát, ktorý je popísaný v kapitole 5.1.1.2. Výber elementov v obraze prebiehal na rozsegmentovanom, tak i na pôvodnom obraze. Výsledky prípadových štúdií uvedené v tejto kapitole predstavujú súhrn výsledkov od prvotných testov vhodnosti stanovenia indikátorov metriky a metód výberu elementu v obraze. Nadväzujú na praktické testy metriky na vzorke máp z atlasov a následne infografických obrazov. Každé testovanie je popísané separátne, pričom uvádza vždy predpoklad a jeho potvrdenie či vyvrátenia na základe konkrétnych výsledkov. Na záver sú identifikované nedostatky metriky a odporúčania k následnej optimalizácii.

### 5.2.1 Schematické obrazy

Zaradenie abstraktných schematických obrazov vytvorených autorom práce do testovania malo za cieľ simulovať demonštratívne situácie, vedúce k overeniu správnosti nastavenia výpočtov indikátorov v rámci metriky *IGV*. V rámci výpočtov sa pracovalo s originálnymi hodnotami, ktoré neboli normalizované, za účelom najpodrobnejšieho odhalenia nezrovnalostí. Boli zaradené štyri druhy testov:

- **Detekcia kontrastnosti** – cieľom prípadovej štúdie bolo zistiť, či je možné indikátorom metriky „vizuálna prítťažlivosť“ správne detekovať kontrast prvku pri zachovaní rovnakej farebnosti. Predpoklad je, že so zväčšujúcou sa veľkosťou pokrytia ale pri zachovaní rovnakej farby sa bude znižovať kontrast daného elementu voči okoliu. Pri inverzných farbách ale zachovaním kompozície budú výsledky metriky zrovnateľné.
- **Identifikácia zložitosti** – účelom testovania bolo overiť správnosť nastavenia výpočtov všetkých indikátorov so zameraním na zmenu farebnosti a zložitosti výplne schematických elementov. Metrika *IGV* má byť citlivá na zmeny výplne a farby elementu, a to i pri zachovaní ich rovnakého rozloženia a veľkosti. So stúpajúcou zložitosťou obrazu by mali stúpať hodnoty indikátorov vizuálna prítťažlivosť, farebnosť i grafická náplň, čiže i celkové *IndicatorScore*.

- **Vplyv farebnej zmeny** – prípadová štúdia si kladie za cieľ identifikovať, ako na výsledky metriky IGV vplyva zmena farby v schematickom obraze. Porovnávajú sa farebné obrazy v kontraste s čiernobielymi. Predpokladá sa, že farebnejšie obrazy budú dosahovať vyššie hodnoty indikátorov.
- **Vplyv podfarbenia elementov** – testovanie si kladie za cieľ overiť, ako metrika reaguje na elementy s farebným pozadím a bez pozadia. Predpokladom je, že absencia farebného pozadia elementov bude mať okrem nižších hodnôt indikátorov negatívny vplyv na výber elementov v obraze.
- **Rola výberu elementov** – prípadová štúdia simuluje na schematickom obraze reálnu identifikáciu a výber elementov dvojím spôsobom – v segmentovanom i pôvodnom obraze (viď kapitola 5.1.1.2). Do prípadovej štúdie vstupujú schematické obrazy aj z ďalších testov, kde je využitých schematických obrazov, aby identifikoval rozdielnosť od hodnôt na pôvodnom obraze. Obecne je možné z logiky metriky IGV predpokladať, že segmentovaný obraz bude v metrike dosahovať nižšie hodnoty indikátorov, *IndicatorScore* a *LayoutScore*.

## Detekcia kontrastnosti

V rámci detekcie kontrastnosti vstupovali ako prvé obrazy *S1* a *S1\_1*, ktoré sú svojou farebnosťou rovnaké, avšak veľkosťou vnútorného kruhu sa líšia. Väčší kruh je v obraze opticky dominantnejší a kontrastnejší, než kruh malý. Aplikovaním metriky bolo zistené, že predovšetkým parametre smerodajnej odchýlky vykazujú rozdielne hodnoty. Menšia hodnota značí vyšší kontrast, čoho kvantitatívnym vyjadrením i vo vzťahu s relatívnou veľkosťou elementu je indikátor vizuálna príťažlivosť (viď tab. 6), kde je hodnota násobne väčšieho kruhu väčšia.

Tabuľka 6: Výsledky prípadovej štúdie testovania vplyvu kontrastnosti pri zmene veľkosti elementov

	Počet pixelov	Sm. odchylka	Sm. odchylka okolia	GMLMT	Počet farieb	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\delta$	IndicatorScore
S1	950,00	45,28	86,99	0,50	5 184,00	0,35	0,50	0,15	0,03	1,03
S1_1	52 421,00	15,71	86,29	0,50	5 184,00	19,26	0,50	13,59	0,03	33,38

Testovanie obrazov *S2* a *S2\_1* testoval schopnosť metriky reagovať na zmenu obrazu z pohľadu jej inverznosti. Dva identické obrazy, len navzájom farebne inverzné vykazovali veľmi podobné hodnoty. Tabuľka 7 ukazuje prehľad získaných hodnôt, kde je možno vidieť len minimálne rozdiely v získaných parametroch. V záverečnom hodnotení sú si hodnoty veľmi podobné, čoho dôkazom je i vypočítané *IndicatorScore*. Mierne nižšie hodnoty dosahuje obraz s čiernym pozadím, to však môže byť spôsobené len nepresnosťou pri vstupnom výbere elementov.

Tabuľka 7: Výsledky prípadovej štúdie testovania vplyvu kontrastnosti pri zhodných ale inverzných obrazoch

	Počet pixelov	Sm. odchylka	Sm. odchylka okolia	GMLMT	Počet farieb	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\delta$	IndicatorScore
S2 element Biele pozadie	113 671	18,95	14,66	0,70	244,00	41,76	0,70	1,79	0,001	44,26
S2_1 element Čierne pozadie	113 660	16,88	15,74	0,80	244,00	41,76	0,80	0,48	0,001	43,04
S2 celá strana biele pozadie	272 180	125,20	0,00	0,70	244,00	100,00	0,70	125,20	0,001	225,90
S2_1 celá strana čierne pozadie	272 180	125,19	0,00	0,60	244,00	100,00	0,60	125,19	0,00	225,79

Reakcie na zmenu kontrastu zložitých obrazov reprezentovali  $S3$ ,  $S3\_1$  a  $S3\_2$ . Obrazy demonštrujú rozlišovaciu schopnosť pri nízkom kontraste, ktorý popisuje viditeľnosť alebo presnejšie rozlíšiteľnosť dvoch objektov s veľmi malým rozdielom v absorpčnom koeficiente, pričom prakticky nezáleží na veľkosti týchto objektov, pokiaľ nie sú väčšie než veľkosť šumu prejaveneho v obraze. Dolná hranica rozlišovacej schopnosti pri nízkom kontraste je určená šumom v obraze (Michálek, 2010). Obrázky sú vytvorené tak, aby znázorňovali mieru šumu v pomeroch 1:1, 2:1, 5:1, pre kruh vs. pozadie.

Tabuľka 8 opäť predstavuje namerané a vypočítané hodnoty, kde je viditeľné ako sa so zväčšujúcim šumom zvyšuje i indikátor vizuálna príťažlivosť. Signifikantný nárast je viditeľný predovšetkým pri hodnotách celého obrazu, kde je indikátor vizuálna príťažlivosť takmer dvojnásobný. Hodnota grafickej náplne má klesajúci charakter, pretože so zvyšujúcim sa kontrastom, vnútorná zložitost' obrazu klesala.

Tabuľka 8: Výsledky prípadovej štúdie testovania vplyvu kontrastnosti rôzne zložitých obrazov

	Počet pixelov	Sm. odchylka	Sm. odchylka okolia	GMLMT	Počet farieb	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\delta$	IndicatorScore
1:1	52 451	19,97	19,28	85,00	244,00	19,27	85,00	0,13	0,001	104,41
2:1	52 451	19,95	19,19	84,90	244,00	19,27	84,90	0,15	0,001	104,32
5:1	54 251	22,78	7,89	84,90	244,00	19,93	84,90	2,97	0,001	107,80
1:1 celý list	272 180	19,31	0,00	84,80	244,00	100,00	84,80	19,31	0,001	204,11
2:1 celý list	272 180	19,73	0,00	84,40	244,00	100,00	84,40	19,73	0,001	204,13
5:1 celý list	272 180	46,22	0,00	16,30	244,00	100,00	16,30	46,22	0,001	162,52

Prípadové štúdie preukázali na pripravených schematických obrazoch hypotézy stanovené na začiatku tejto kapitoly. Na základe vykonaných testov je možné tvrdiť:

- *Schematický obraz so zmenou veľkosti objektu rovnakej farby i okolia mení svoj kontrast a metrika ho dokáže identifikovať;*
- *V inverznom schematickom obraze nedochádza pri dvoch rovnakých ale farebne inverzných obrazoch k významnej zmene výsledkov metriky;*
- *So zmenou kontrastného zložitého obrazu dochádza aj ku zmene parametrov smerodajnej odchýlky a vizuálne príťažlivosti.*

## Identifikácia zložitosti

Schopnosti identifikovať zvýšenú zložitost' obrazu prostredníctvom metriky  $IGV$  a následne ju kvantitatívne opísať bola testovaná na štyroch obrazoch ( $S4-S4\_3$ ). Usporiadanie a zloženie elementov vo všetkých obrazoch zostávalo rovnaké, pričom sa menila ich farebná výplň a štruktúra tak, aby bol každý obraz odlišný.

Tabuľka 9: Výsledky prípadových štúdií zamerané na testovanie kontrastnosti pri rôznej štruktúre obrazov

		Sm. odchylka	Sm. odchylka okolia	GMLMT	Počet farieb	$\beta$	$\gamma$	$\delta$	Indica-torScore
S4	Biela farba	83,99	3,99	0,20	8 888,00	0,20	47,84	0,05	107,89
	Okolie biela	3,99	83,99	0,60	3 769,00	0,60	32,44	0,02	73,60
	Celý list	95,69	0,00	0,50	7 702,00	0,50	95,69	0,05	196,24
S4_1	Štruktúra	56,95	16,62	55,90	674 559,00	55,90	24,12	4,02	143,83
	Okolie biela	16,62	56,95	1,30	17 173,00	1,30	16,35	0,10	58,30
	Celý list	98,17	0,00	34,00	683 097,00	34,00	98,17	4,07	236,24
S4_2	Štruktúra	56,48	83,86	55,60	669 178,00	55,60	16,37	3,99	135,76
	Okolie modrá	83,86	56,48	1,00	12 622,00	1,00	11,10	0,08	52,72
	Celý list	70,98	0,00	33,70	670 298,00	33,70	70,98	4,00	208,68
S4_3	Modrá farba	83,92	56,08	0,40	7 447,00	0,40	16,65	0,04	76,89
	Okolie štruktúra	56,08	83,92	56,00	556 116,00	56,00	11,29	3,31	111,15
	Celý list	76,10	0,00	22,60	556 288,00	22,60	76,10	3,32	202,02

Z výsledkov merania uvedených v tabuľke 9 je zreteľné, že štruktúry sa v metrike prejavila parametrami smerodajnej odchýlky a GMLMT hodnôt, ktoré vstupovali do výpočtov indikátorov grafickej náplne a vizuálnej príťažlivosti. Štruktúrovaný obraz so sebou priniesol aj zvýšený počet farieb v obraze, preto indikátor farebnosti u štruktúrovaných obrazov nadobúda vyššie hodnoty. Zmena farby nespôsobila výrazné zmeny vo výstupných hodnotách.

Na základe uskutočneného testu je možné potvrdiť hypotézu, že so stúpajúcou zložitou výplne schematického obrazu sa zväčšovali hodnoty indikátorov metriky IGV. Potvrďuje to teda predpoklad, že opticky zložitejší obraz je i z pohľadu metriky i užívateľa na obraze dominantnejší.

## Vplyv farebnej zmeny

Existuje mnoho vedeckých výskumov zameraných na mnohé aspekty farieb. Ako uvádza Elliot (2014), vplyv farby na vnímanie človeka a samotná psychológia farieb je veľmi širokou problematikou, ktorý je značne individuálny a závisí od preferencií daného jedinca. Metrika IGV bola tvorená tak, aby farba ako taká významne neovplyvňovala výsledky. Indikátor farebnosť indikuje relatívny počet farieb zastúpených v obraze. Vyššie číslo indikátora značí v zmysle IGV vyššiu výraznosť elementu.

Predošlé prípadové štúdie čiastočne preukázali nezávislosť meraní, keď pri zmene farby a zachovaní ostatných parametrov obrazu neboli zmenené parametru počtu farieb, a vo výsledku ani indikátora farebnosť.

Popisovaná prípadová štúdia bola realizovaná na obrazoch S5–S5\_3, ktoré sú schematicky zhodne vytvorené, ale ich farebné prevedenie je rozličné. Sleduje sa, či takéto obrazy budú vykazovať odlišné hodnoty predovšetkým v zmene z monochromatického (tabuľka 10) na farebný obraz (tabuľka 11), a či bude viditeľná zmena v hodnotách metriky i pri obrazoch s rôznym pozadím.



Tabuľka 10: Výsledky prípadových štúdií zameraných na testovanie farebnej zmeny pri ČB obrazoch v inverznom prevedení

	komponent	Počet pixelov	Sm. odchyľka	Sm. odchyľka okolia	GMLMT	Počet farieb	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\delta$	IndicatorScore
S5	žltý	14 797	20,76	120,26	1,10	244,00	5,44	1,10	5,41	0,0015	11,95
	modrý	48 098	15,48	112,49	0,60	244,00	17,67	0,60	17,14	0,0015	35,42
	červený	35 340	12,74	115,88	0,70	13,00	12,98	0,70	13,39	0,0001	27,08
	zelený	11 208	31,07	121,54	2,30	244,00	4,12	2,30	3,73	0,0015	10,14
	text	22 646	70,89	122,75	76,40	244,00	8,32	76,40	4,31	0,0012	89,04
	všetky	272 180	122,76	0,00	3,50	253,00	100,00	3,50	122,76	0,0015	226,26
S5_1	žltý	14 817	26,45	121,11	1,10	244,00	5,44	1,10	5,15	0,0015	11,70
	modrý	48 143	20,18	112,83	0,60	244,00	17,69	0,60	16,39	0,0015	34,68
	červený	35 340	12,40	116,90	0,70	19,00	12,98	0,70	13,57	0,0001	27,25
	zelený	11 209	37,52	121,66	2,80	244,00	4,12	2,80	3,47	0,0015	10,38
	text	16 123	66,16	122,80	83,80	244,00	5,92	83,80	3,36	0,0015	93,08
	všetky	272 180	122,89	0,00	4,90	244,00	100,00	4,90	122,89	0,0015	227,79

Tabuľka 11: Výsledky prípadových štúdií zameraných na testovanie farebnej zmeny pri farebných obrazoch s odlišným pozadím

	komponent	Počet pixelov	Sm. odchyľka	Sm. odchyľka okolia	GMLMT	Počet farieb	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\delta$	IndicatorScore
S5_2	žltý	14 800	118,74	97,33	0,70	1828,00	5,44	0,70	1,16	0,0109	7,31
	modrý	48 121	119,18	92,49	0,40	3119,00	17,68	0,40	4,72	0,0186	22,82
	červený	35 530	119,62	82,21	0,50	60,00	13,05	0,50	4,88	0,0004	18,44
	zelený	11 180	119,28	95,06	2,40	3502,00	4,11	2,40	0,99	0,0209	7,52
	text	23 829	44,38	98,96	66,90	195,00	8,75	66,90	4,78	0,0012	80,43
	všetky	272 180	98,95	0,00	4,60	9 007,00	100,00	4,60	98,95	0,0537	203,60
S5_3	žltý	14 805	118,99	97,41	0,90	959,00	5,44	0,90	1,17	0,0057	7,52
	modrý	48 144	119,75	79,56	0,50	1067,00	17,69	0,50	7,11	0,0064	25,30
	červený	35 530	116,42	98,90	0,40	19,00	13,05	0,40	2,29	0,0001	15,74
	zelený	11 211	115,96	101,34	1,70	245,00	4,12	1,70	0,60	0,0015	6,42
	text	16 216	26,36	102,25	77,10	136,00	5,96	77,10	4,52	0,0008	87,58
	všetky	272 180	98,95	0,00	4,10	2 423,00	100,00	4,10	98,95	0,0144	203,06

Výsledky merania ukazujú, že farba má vplyv na výsledné hodnoty metriky IGV predovšetkým z pohľadu indikátoru farebnosť, vizuálna príťažlivosť, čo sa vo výsledku premietne do IndicatorScore. Farebné obrazy obecné dosahujú nižšie hodnoty sledovaných parametrov než u monochromatického obrazu. Je to spôsobené tým, že i keď počet farieb v obraze je menší, kontrast medzi sebou navzájom je značne omnoho väčší, čoho dôkazom sú hodnoty vizuálnej príťažlivosti.

Pri porovnaní rovnakých obrazov s rozdielnym pozadím (biele vs. čierne) je potrebné u hodnoteného schematického obrazu sledovať hodnoty IndicatorScore celého listu. Farebný obraz s bielym pozadím S5 v porovnaní s rovnakým obrazom S5\_1 s čiernym pozadím na základe ohodnotenia metriky IGV dosahuje takmer identické hodnoty. Monochromatické obrazy dosahujú v hodnotách menší rozdiel. Pri rovnakom testovaní v rámci testovania detekcie kontrastnosti (viď tabuľka 10 a 11), sú hodnoty opäť takmer identické.

Z vykonaných prípadových štúdií je možné interpretovať, že zmena farby elementov vplyva na zmenu hodnôt indikátorov. Čím je schematický obraz farebnejší pri zachovaní rovnakého rozloženia, tým viac sú ovplyvňované hodnoty indikátoru vizuálna príťažlivosť (s väčšou farebnosťou klesá) a farebnosť (s vyššou farebnosťou hodnota stúpa). Dva schematické obrazy v inverznom farebnom prevedení ale s rovnakým stvárnením vykazujú obecné podobné hodnoty IndicatorScore.



## Vplyv podfarbenia elementov

Do testovania v rámci prípadovej štúdie vstupovali schematické koncepty reprezentujúce rozvrhnutie zmyslenej mapy s konkrétnymi elementami. Schematický obraz bol zostavený tak, aby obsahol všetky vyčlenené komponenty – priestorovo orientovanú grafiku (SPD), kvantitatívnu vizualizáciu (QTV), ilustratívnu grafiku (ILD) a text (TXT). Schematické obrazy obsahovali elementy mapa, blok textu, piktochart, ilustrácia, diagram a tabuľka. Obrázok *S6* graficky vyjadruje elementy blok textu, piktochart, tabuľka, diagram a mapa s farebným pozadím. Obrázok *S6\_1* graficky rieši umiestnenie týchto elementov na jednotnom pozadí celého listu. Prípadová štúdia sleduje, aké má toto prevedenie vplyv na hodnoty indikátorov metriky *IGV*.

Tabuľka 12: Výsledky prípadových štúdií zameraných na testovanie vplyvu podfarbenia elementov

	komponent	Počet pixelov	Sm. odchylka	Sm. odchylka okolia	GMLMT	Počet farieb	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\delta$	IndicatorScore	LayoutScore
S6	SLP	72 502	83,2	73,23	4	8 440	36,543	4,000	3,643	0,050	44,237	51,486
	TXT	34 261	65,42	114,76	20,2	5 182	17,269	20,200	8,520	0,031	46,020	
	QTV	23 348	81,43	11,16	7,3	2 909	11,768	7,300	8,269	0,017	27,355	
	ILD	3273	30,15	108,82	12	1 651	1,650	12,000	1,298	0,010	14,957	
S6_1	SLP	16 497	19,73	61,45	4	2 017	8,315	4,000	3,469	0,012	15,796	33,227
	TXT	14 543	96,62	37,78	20,2	256	7,330	20,200	4,313	0,002	31,845	
	QTV	7 101	89,32	46,15	15,7	256	3,579	15,700	1,545	0,002	20,826	
	ILD	2 994	22,28	59,1	9,7	780	1,509	9,700	0,556	0,005	11,769	

Výsledky uvedené v tabuľke 12 dokazujú, že prítomnosť pozadia výrazne ovplyvňuje hodnoty indikátorov, *IndicatorScore* i *LayoutScore* metriky *IGV*. Obraz, ktorý zo samostatne zvýrazneným pozadím elementu je opticky výraznejší než bez neho. Absencia pozadia elementov ovplyvňuje hodnoty všetkých indikátorov. Z pohľadu hodnôt plochy pokrytia sú všetky komponenty, až na ilustráciu, menšie. Je to z dôvodu spôsobu výberu elementov, ktorý odpovedá popisu z kapitoly 5.1.1.2, kde je výber ovplyvnený identifikovateľným ohraničením, čo v tomto prípade bolo dané konkrétne pozadie elementu. Samotný výber elementov bol i časovo náročnejší kvôli zvyšujúcej sa zložitosti jeho tvaru a nutnosti zachovania manuálneho výberu. Absenciu pozadia reflektuje aj indikátor *grafická náplň*, kde odlišné vyčlenenie bez pozadia, ktoré tvorilo jeho ohraničujúci rám, zmenilo jeho zložitosť. Indikátory *vizuálna príťažlivosť* a *farebnosť* adekvátne reagovali na aktuálnu kontrastnosť a farebnosť elementov. Zmenu hodnôt indikátorov súhrnne reprezentuje aj *IndicatorScore* komponentov v oboch obrazoch. *LayoutScore* dosahuje neštandardizovanej hodnoty u obrazu s pozadím elementov 51,5 a bez pozadia 33,2, čo značí pokles grafickej výraznosti obrazu z pohľadu metriky *IGV*.

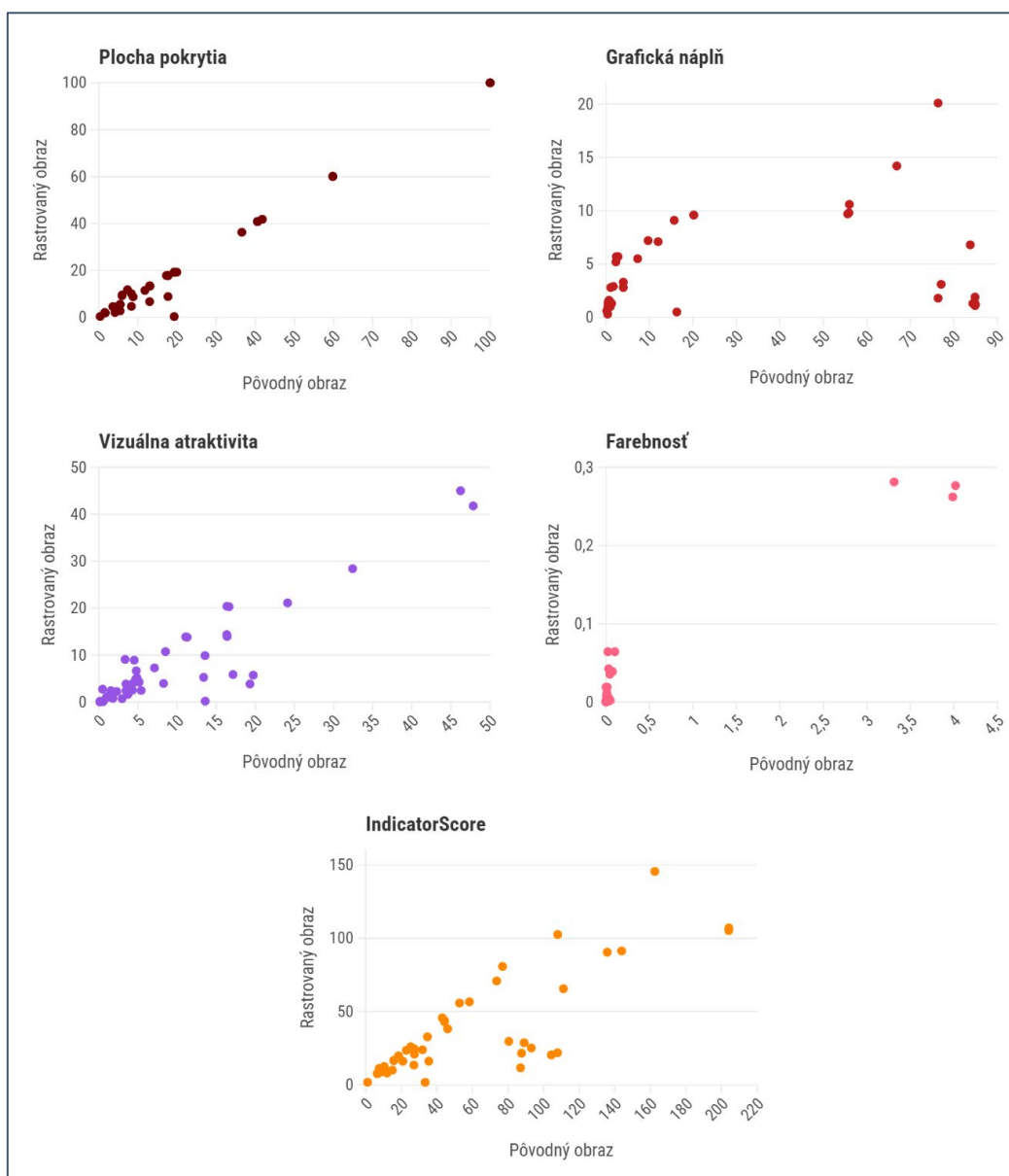
## Rola výberu elementov

Prípadová štúdia sa zameriava na porovnanie a identifikáciu rozdielov medzi hodnotami *IGV* metriky medzi obrazmi pred a po segmentácii. Transformácia obrazu do väčšej mriežky má dopomôcť k lepšiemu výberu elementov v rámci testovaných obrazov pri zachovaní grafickej informácie v obraze (viz kapitola 5.1.1.2).

Do testovania vstupovali obrazy *S1* – *S6\_1* a ich namerané hodnoty z vyššie popísaných prípadových štúdií. Tieto obrazy boli segmentované do mriežky  $20 \times 20$  px a opäť podrobené hodnoteniu metriky *IGV*. Z užívateľského hľadiska je vyčleňovanie elementov oveľa jednoduchšie vďaka obrazu transformovaného do väčších štvorcov, ktorý umožňuje lepšie zachytávanie ohraničujúceho rámčeka okolo elementu.

Namerané hodnoty indikátorov vstupovali do porovnania s pôvodne nameranými hodnotami v nerastrovanom obraze. Vstupná vzorka predstavovala 46 nameraných hodnôt pre každý indikátor. Pre budúce praktické vyčleňovanie v reálnom obraze bude dôležité vybrať korektnú metódu, čo najmenej skresľujúce dáta metriky. Grafické rozloženie nameraných hodnôt zobrazuje obrázok 13. Z usporiadania hodnôt v bodových grafoch je badateľné, že neodpovedajú lineárnemu rozloženiu a vyskytuje sa v nich niekoľko odľahlých hodnôt. Pri grafickej náplni, farebnosti a finálnom IndicatorScore sa dokonca vyskytujú formujú samostatné klastre hodnôt, ktoré značia vysokú odlišnosť jednotlivých párov hodnôt. Najväčšie rozdiely tvorili obrázky, kde v nerastrovanej verzii boli dosiahnuté vysoké hodnoty grafickej náplne, napr. obraz S3, S5\_2 alebo S5\_3, ktoré sa po segmentácii významne znížili.

U farebnosti boli dosahované výrazné odlišnosti dosahované v čiernobielych obrazoch, kde segmentované elementy na základe nepresnému výberu obsahovali väčší podiel tmavých či bledých pixelov, čo ovplyvnilo výsledné hodnoty. Celkový prehľad je vo vyššom rozlíšení dostupný na <https://bit.ly/segmentacia-obrazu>.



Obrázok 13: rozloženie hodnôt rovnakých obrazov „pred“ a „po“ segmentácii

Pre potreby potvrdenia hypotézy, že hodnoty metriky *IGV* dosahujú pri hodnotení segmentovaného obrazu len nižšie hodnoty ako v nerozsegmentovanom (a tým sú použiteľné), bol vyčíslený na nameranej hodnotovej sade vyčíslený korelačný koeficient. Pretože vstupné hodnoty nespĺňajú normálne rozdelenie a z grafov na obrázku 14 je badateľné, že medzi výsledkami neexistuje ani lineárna závislosť, bolo využitého Spearmanovho korelačného koeficientu. Jedná sa o neparametrický korelačný koeficient, ktorý je robustný voči odľahlým hodnotám a odchýlkam normality (Holčík a kol., 2015).

Korelačný koeficient vyjadruje  $r$ , ktoré dokáže nadobúdať hodnôt v intervale  $\{-1; 1\}$ , kde hodnoty bližšie 1 kladnú koreláciu a  $-1$  zápornú koreláciu (Math and stats support centre, 2024). Kladná korelácia znamená, že ak sa zvýšia hodnoty v jednej matici, zvýšia sa aj hodnoty v druhej matici. Korelačný koeficient blízky 0 znamená žiadnu alebo slabú koreláciu. So zvyšujúcim sa  $r$  sa zvyšuje aj korelácia medzi testovacími sadami Evans (1996).

Dve matice vstupujúce do výpočtu korelačného koeficientu boli reprezentované hodnotami indikátorov v pôvodnom a rastrovanom schematickom obraze. Výsledok korelácie zobrazuje tabuľka 13.

Tabuľka 13: výsledky Spearmanovho koeficientu korelácie u indikátorov a *IndicatorScore*

$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\delta$	IndicatorScore
0,928	0,566	0,823	0,71	0,712

Z výsledkov vyplýva, že hodnoty majú medzi sebou väčšinou pozitívnu veľmi silnú alebo silnú závislosť. Znamená to, že v oboch meraniach dokážu prevažujúco vykazovať podobne vysoké hodnoty. Výnimkou je indikátor grafickej náplne, ktorého závislosť hodnôt sa dá interpretovať ako stredne pozitívna. Stále je dokáže vykazovať podobné hodnoty ale už s väčšou chybovosťou.

K odhaleniu podrobnejšej miery rovnosti nameraných hodnôt bolo využitého párového Wilcoxonového testu. Používa sa pre hodnotenia párových pokusov, kde sledovaná väčšina nezodpovedá normálnemu rozdeleniu. Testuje hypotézu, ktorá predpokladá rovnosť distribučných funkcií na základe overovania symetrického rozloženia sledovanej náhodnej veličiny – nameranej hodnoty indikátoru. Takto porovnáva dve merania prevedené jednou metódou (Bedáňová, 2007). Výsledky hodnôt *p-value* zobrazujú, ako veľmi sa súbory líšia. Vychádza sa z predpokladu  $p < 0,05$ ; kde s klesajúcou hodnotou  $p$  sa zvyšuje istota, že hodnoty sa odlišujú.

Tabuľka 14: hodnoty Wilcoxonového testu pre indikátory a *IndicatorScore*

$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\delta$	IndicatorScore
0,0481	0,0094	0,0413	0,00065	0,000006

Uskutočnené štatistické testy preukázali, že k získaniu vypovedajúcich hodnôt metriky *IGV* o obraze, nie je ideálne využiť segmentovanú obraz ako vstup do merania. Bola tým vyvrátená pôvodná hypotéza, kde síce hodnoty dosahovali rádo nižšie hodnoty, ale boli zasiahnuté vysokou mierou rozdielnosti oproti hodnotám z pôvodného obrazu.

## Vyhodnotenie a návrh optimalizácie

Prípadové štúdie testujúce praktické použitie metriky IGV na autorsky navrhnutých schematických obrazoch potvrdili nasledujúce voľne interpretované hypotézy:

- Hodnoty metriky IGV sa menia priamoúmerne so zmenou veľkosti elementu rovnakej farby, tzn. pri zväčšení elementu sa zvyšuje jeho kontrast, čo sa prejavuje zvýšením hodnoty indikátorov  $\alpha$  a  $\gamma$ , a vo výsledku i IndicatorScore ;
- Obrazy v inverznom prevedení dosahujú veľmi podobné hodnoty indikátorov;
- Zmena bieleho pozadia na čierne nemá výrazný vplyv na zmenu hodnôt indikátorov;
- Vnútorňa zložitost' elementov i pozadia ovplyvňuje priamoúmerne hodnoty indikátora  $\gamma$  a  $\delta$ ;
- Farebné obrazy obecné dosahujú nižšie hodnoty indikátorov než monochromatické obrazy;
- Elementy bez farebného pozadia sú v obraze menej výraznejšie a dosahujú nižšie hodnoty indikátorov.

Iba čiastočne bola potvrdená hypotéza týkajúca sa využitia segmentovaného obrazu ako vstupu do meraní IGV metrikou. Zber hodnôt na segmentovanom obraze bol výrazne jednoduchší vďaka zjednodušeným hranám elementov ale hodnoty indikátorov síce dosahovali nižšie hodnoty, avšak všetky medzi sebou nekorelovali. Indikátor grafickej náplne dosahoval na porovnávaných obrazoch odlišné hodnoty, čo by výrazne ovplyvnilo výpovednú hodnotu metriky.

Mapy a infografiky, ktoré vstupujú do prípadových štúdií v ďalšom štádiu, obsahujú tvarovo i farebne veľmi zložité, ich priamy výber prostredníctvom grafického softwaru by bol veľmi zložitý a generoval by užívateľskú chybovosť. Kompromisné riešenie sa ponúka využiť segmentovaný obraz iba ako prostriedok k výberu elementov a samotné hodnoty indikátorov budú počítané z originálneho vstupného obrazu. Hodnoty korelačného koeficientu (tabuľka 13) i p-value (tabuľka 14) vychádzajúce z Wilcoxonovho testu preukazujú, že indikátor *Plocha pokrytia* v najväčšej miere koreloval v oboch prípadoch, preto táto zmena uľahčí prácu pri manuálnom výbere elementov v obraze, ale zároveň minimálne skreslí hodnoty. Schematické znázornenie optimalizovaného procesu výberu elementov zobrazuje obrázok 14.

Samotný výber bude technicky prevediteľný v rovnakom grafickom softvare ako pôvodne s tou zmenou, že segmentovaný obraz (krok 2 na obrázku 14) vytvorí samostatnú vrstvu, na ktorej užívateľ vytýči požadovaný element (kroč 3), ale nový výber na základe takto definovanej oblasti vykoná z pôvodného obrazu (krok č.1) čím vznikne niekoľko vrstiev (krok 4) definovaných segmentovaným rámom.



Obrázok 14: Schematické znázornenie krokov (1–4) optimalizovaného výberu elementov v rámci prípravy pre zber dát. (pozn. ružová oblasť ilustratívne znázorňuje priebeh vytýčenia obrazu – oblasť výberu bude definovaná vnútorným rámom)

Takto optimalizovaný prístup k výberu elementov zaručí vysokú kvalitu vstupného obrazu a zároveň eliminuje zložitosť výberu elementov v obraze. Uvedená metóda bude použitá a overená v prípadových štúdiách popísaných v kapitolách 5.2.2 a 5.2.3.

## 5.2.2 Mapy

Primárnu vzorku testovacích obrazov tvoria mapy zo širokej vzorky atlasov. Metrika *IGV* je navrhnutá práve tak, aby dokázala ohodnotiť mapy z infografického pohľadu. Hlavnú vzorku máp tvorili stránky z atlasov, ktoré sú zvyčajne obohatené o nadstavbové kompozičné prvky tematicky prepojené s mapou. Vzorka bola doplnená i o moderné produkty digitálnej kartografie, či mapové postery od rôznych autorov, z rôznych publikácií, časového obdobia a rôznom vizuálnom štýle.

Prípadové štúdie si kládli za cieľ zistiť, *akých hodnôt budú dosahovať hodnoty metriky IGV pri testovaní na reálnych obrazoch. Sekundárne tiež identifikovať existenciu vplyvu grafického skreslenia naskenovaného obrazu v porovnaní s jeho ekvivalentom v digitálnej kvalite.*

Vstupné obrazy odpovedali označeniu *A1–A16ai* a podobne ako u prípadových štúdií na schematických obrazoch (viď kapitola 5.2.1), aplikovanie metrického postupu *IGV* prebiehalo manuálne. Odlišnosťou je priebeh výberu elementov v obraze, kde prebieha za pomoci rastrovaného ekvivalentu ale parametre vstupujú do výpočtu indikátorov z pôvodného obrazu.

### Vplyv naskenovania obrazu

Prvým analyzovaným faktorom bola *identifikácia možných rozdielov v správaní sa metriky IGV pri hodnotení naskenovaných a pôvodných máp*. S ohľadom na to, že naskenované stránky zvyčajne obsahujú väčšie množstvo farebných informácií a môžu spôsobiť mierne skreslenie obrazu, bolo možné očakávať, že dosiahnu vyššie hodnoty v meraniach. Tento faktor je dôležité identifikovať v kontexte odhalenia významnosti vplyvu na získané hodnoty.

Do testovania v rámci prípadovej štúdie vstupovali mapy *A5–A8*, pričom sa jedná o ekvivalenty z hľadiska vizuálneho spracovania. Z dostupných atlasových zdrojov existuje len obmedzené množstvo publikácií, ktoré sú produkované v identickej podobe pre digitálnu, tak i tlačенú verziu. Z toho dôvodu je vzorka obmedzená, ale pre demonštráciu dostačujúca.

Z pozorovaní vyplýva, že najpodobnejšie ekvivalenty sú si vzory z *A7\_scan* a *A7d\_scan*, ktorý dosahuje len malé odlišnosti v hodnotách indikátorov – priemerne o 0,6 jednotky *IGV* vyššie u indikátorov naskenovaného obrazu a priemerne o 3,9 jednotky *IGV* opäť v prospech naskenovaného ekvivalentu. Najväčšie rozdiely dosahuje naopak vzorka *A8*, ktorá sa vyznačovala svojou vysokou farebnosťou, ktorú skenovanie ešte zvýšilo. Aj z toho dôvodu hodnoty indikátorov dosiahli v priemere vyššie hodnoty o 1,8 jednotky *IGV* v skenovanom obraze a o cirká 7,2 vyššie hodnoty pri *IndicatorScore*.

Obecne, najväčšie rozdiely v hodnotách indikátorov boli dosiahnuté práve v indikátoroch  $\gamma$  a  $\delta$ , ktoré sa reprezentujú práve informácie o farebnosti obrazu. Hodnoty naskenovaného obrazu sa zvýšili oproti digitálnemu ekvivalentu. Tento fakt potvrdil aj neparametrický Wilcoxonov test, ktorý indikuje menšiu rozdielnosť v hodnotách u vizuálnej príťažlivosti a rozdielnosť u farebnosti. Pri porovnávaní *IndicatorScore* však rozdielnosť indikovaná nebola. Tabuľka 15 zobrazuje výsledky nielen Wilcoxonovho testu pre každý indikátor a *IndicatorScore*, ale aj Pearsonovu koreláciu, ktorá preukázala silnú závislosť medzi výslednými hodnotami oboch variant obrazov.

Tabuľka 15: korelácia indikátorov a *IndicatorScore* medzi naskenovaným a originálnym obrazom

Test	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\delta$	IndicatorScore
Pearsonova korelácia	0,995	0,897	0,993	0,826	0,968
Wilkoxonov test	0,0661	0,6387	0,0215	0,000065	0,063

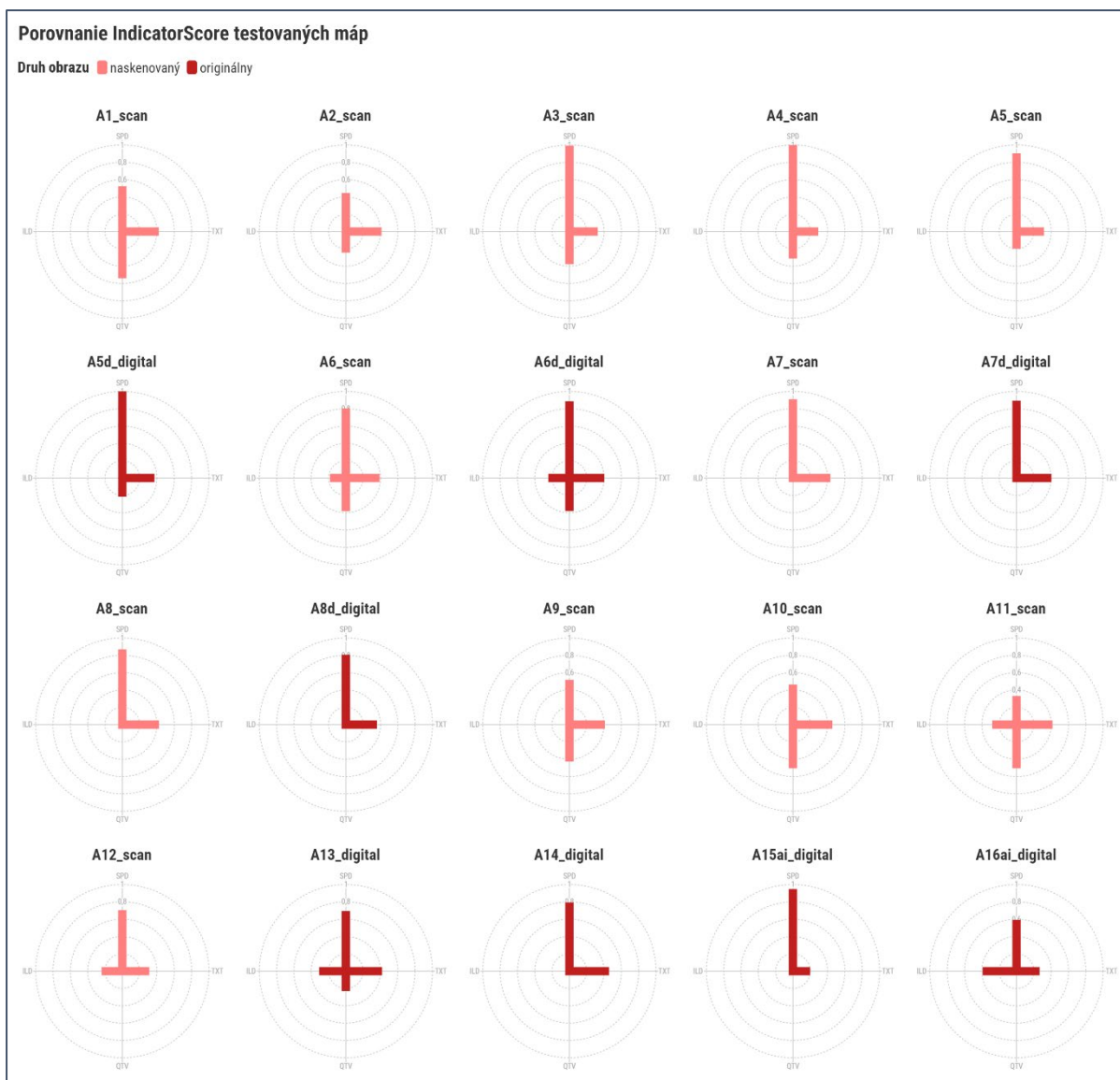
V kontexte metriky *IGV* je možné konštatovať, že i napriek tomu, že hodnoty naskenovaného obrazu dosahujú vyššie hodnoty indikátorov, v priemere nedosahujú výrazne vyššie hodnoty *IndicatorScore*, ktorý je podstatný pre porovnávanie obrazov navzájom. Pôvod obrazu však bude aj v nasledujúcich prípadových štúdiách reflektovaný pri hodnotení výsledkov.

### IGV hodnoty máp

V rámci prípadovej štúdie bolo cieľom nazbierať hodnoty metriky *IGV* z rôznych mapových stránok a tak overiť, aké hodnoty dosahuje metrika v reálnom obraze. Do testov vstupovala celá vzorka máp označená skráteno *A1–A16ai*, čo sa týka všetky obrazy z kategórie mapových – celkom 20 obrazov. Vzorka bola tvorená originálnymi tak i naskenovanými obrazmi, pričom všetky ale neboli totožné v daných prevedeniach. Meranie prebiehalo rovnakým spôsobom ako u predošlého testu vplyvu naskenovaného obrazu.

Obrázok 15 prezentuje výsledky *IndicatorScore* pre jednotlivé mapy prostredníctvom radiálneho stĺpcového grafu, kde jednotlivé osy odpovedajú stanoveným komponentom. Vyobrazené hodnoty vychádzajú z normalizovaných hodnôt.





Obrázok 15: Hodnoty IndicatorScore testovaných máp.  
Dostupné online: <https://bit.ly/IGV-mapy>

Hodnoty vychádzali z normalizácie rozsahom, aby mohli byť porovnané na škále (0, 1). Maximálnou dosiahnutou hodnotou bolo *IndicatorScore*, ktoré dosiahol indikátor SPD v obraze *A4\_scan*. V mape sú dve podrobné tematické mapy s vysokou farebnosťou, popisom a štruktúrou pokrývajúca väčšinu mapového listu, ktorého výraznosť je veľmi vysoká. *A5d\_digital* s výraznou mapou pokrytou ortofoto snímkom dosiahla podobnú hodnotu. *A14\_digital* a *A3\_scan*, ktoré dosiahli podobné hodnoty *IndicatorScore* u rovnakého komponentu, zdôrazňujúce dominanciu mapy, s vysokou podrobnosťou a farebnosťou. Obecne, najdominantnejším komponentom v hodnotených mapách bol SPD, kde 70 % máp dosiahlo normalizovanú hodnotu u SPD vyššiu než 0,8; čo je priemerne dvojnásobne vyššia hodnota než u ostatných komponent. Druhým najdominantnejším komponentom bolo TXT, s priemernou normalizovanou hodnotou *IndicatorScore* 0,4. Hodnoty pre TXT boli veľmi vyrovnané a boli vždy v obraze zastúpené. Minimálna hodnota dosahovala 0,26 a maximálna 0,45. Nikdy však v obraze nebola dominantnejšia než SPD. Zastúpenie hodnôt u komponent QTV a ILD bolo premenlivé a nie vždy sa vyskytovali. 11 z testovaných máp neobsahovalo žiadne ilustrácie (pozn. celkom bolo máp 14, ale tri z tohto počtu boli identické ekvivalenty) a 8 (resp. 10) neobsahovalo elementy odpovedajúce kritériám,

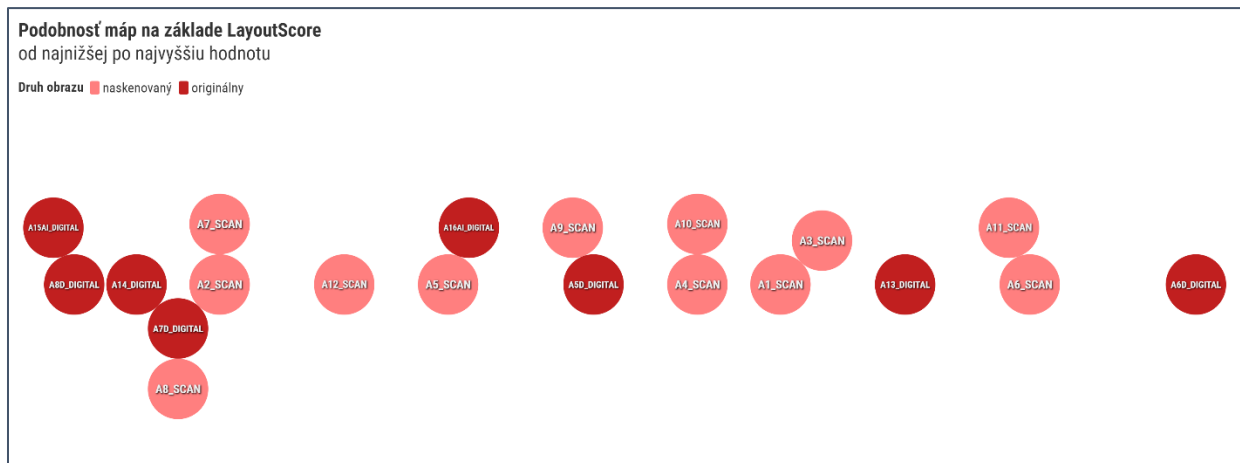


ktoré by ich kategorizovali do komponentu QTV. Najvýraznejšie zastúpenie QTV bolo detekované u máp *A10\_scan* a *A11\_scan*, ktoré svojím charakterom obsahujú prevažne dátové vizualizácie.

Z nameraných parametrov *IndicatorScore* je možné hodnotiť, že najdominantnejšie sú na mapových obrazoch zastúpené mapy a text, kde ich hodnoty výrazne prevyšujú ostatné. Príklady typických mapových stránok z atlasu, ako *A3–A5* či *A7–A8* a *A14* či *A15ai\_digital*, majú hodnotu *IndicatorScore* výrazne vyššiu než u ostatných komponent. Vizuálne tento fakt demonštruje obrázok 15, kde u daných máp je stĺpec reprezentujúci SPD najdominantnejší. Z podstaty tvorby klasických atlasov toto zistenie odpovedá, pretože prevažujúcim elementom je zvyčajne mapa, ktorá je najfarebnejšia, najväčšia i najzložitejšia na celom obraze. Dopĺňujú ju následne elementy, ktoré sú svojím prevedením len potlačené. Vo dvoch prípadoch *A10* a *A11* prevýšil svojou dominanciou komponent QTV mapový komponent SPD.

Výrovnanejšie hodnoty komponentov, ktoré vykazujú mapy *A1\_scan*, *A9\_scan* a *A10\_scan*, značia väčšiu mieru rovnomernej grafickej výraznosti elementov v obraze, čo sa mierne odkláňa od tradičného konceptu tvorby máp a atlasov, popísaného vyššie. Najdominantnejším elementom už nie je iba mapa – aj keď môže byť dominantne zastúpená, ale vyššiu mieru výraznosti majú aj ďalšie komponenty. Celkový obraz netiahne pozornosť užívateľa iba na mapu ale zdôrazňuje informácie obsiahnuté aj v ďalších elementoch. Napríklad na obraze *A9\_scan* aj napriek tomu, že plochou najvýraznejšia je mapa, svojim grafickým prevedením príliš nevyčníka. Ostatné komponenty QTV a TXT sú menšie, avšak vizuálne kontrastne prevedené, čo sa vo výsledku prejavilo vyrovnanými hodnotami *IndicatorScore*.

Diagram na obrázku 16 vizuálne reprezentuje vzájomne podobné hodnoty *LayoutScore* vypočítané pre každú z máp na základe dosiahnutých *IndicatorScore*. Poloha a veľkosť farebných kruhov demonštruje hodnoty *LayoutScore* v pomyselnnej ose x, kde sa hodnoty zvyšujú smerom doprava. Vzájomná poloha či dotyk kruhov značí podobné obrazy, medzi ktorými je rozdiel *LayoutScore* približne 0,01.

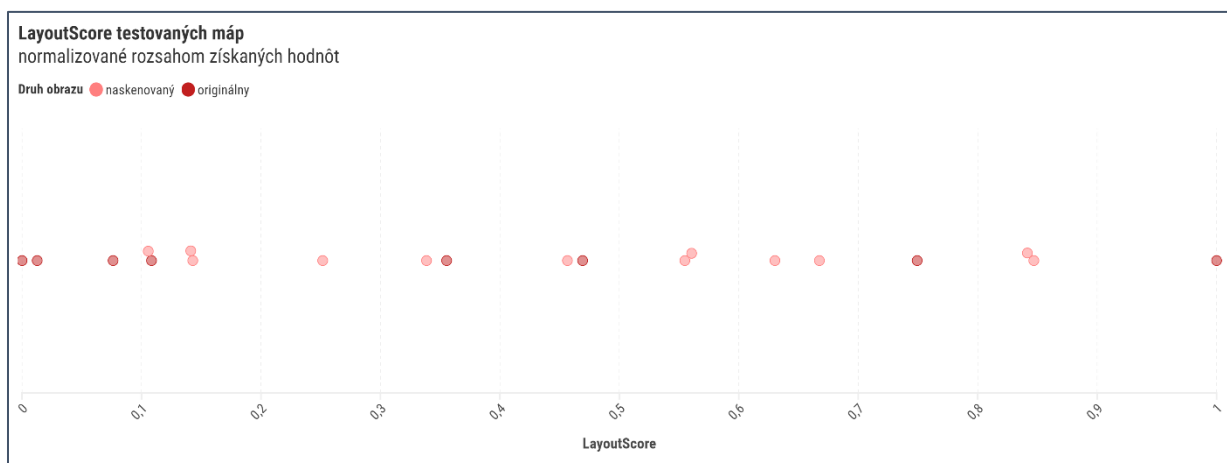


Obrázok 16: Testované mapy zoradené na základe veľkosti a podobnosti *LayoutScore*.  
Dostupné online na <https://bit.ly/IGV-mapy-2>

Z hodnôt *LayoutScore* je po vizuálnom preskúmaní (ideálne interaktívnej verzii dostupnej na <https://bit.ly/IGV-mapy-2>) zreteľné, že jeho hodnota sa zvyšuje s komplexnosťou obrazu. Mapy, ktorých *IndicatorScore* bolo prevažne nevyvážené s úzkou dominanciou na komponent SPD, dosahujú nižšie hodnoty *LayoutScore*. Jedná sa o vyššie vyčlenené väčšinou mapovo a textovo zamerané stránky z atlasov. Nižšie hodnoty dosiahla aj mapa *A2\_scan* napriek svojmu podobnému zloženiu spojeného s množstvom grafov a diagramov, avšak vizuálne sú nevýrazné a zanikajú vo veľkej farebnosti celého obrazu. Mapy obsahujúce viac elementov, ktoré boli zároveň výraznejšie a kontrastnejšie, pomáhali zvyšovať celkové *LayoutScore*.

Najvyššiu hodnotu dosiahla jak v naskenovanej tak i originálnej verzii mapa *A6*, ktorá obsahuje výrazné samostatné elementy rôzneho charakteru. Podobne sú na tom aj *A1\_scan* a *A3\_digital*, kde sa jedná o komplexné vizualizácie, vizuálne obsahujúce vizuálne dominantné samostatné elementy rôzneho charakteru. Naopak na druhej strane stupnice je viditeľná mapa *A15ai\_digital*, spolu s *A8d\_digital*, *A7d\_digital* a *A14\_digital*, ktoré sú vysoko mapovo zamerané bez obsahu ďalších elementov (okrem textu), ktoré by zvyšovali ich obecnú vizuálnu komplexnosť, ktorá je významná z pohľadu infografiky.

Samotné vynesenie hodnôt na os  $x$  v rámci intervalu  $(0, 1)$  značí, že mapy medzi sebou dosahujú minimálne rozdiely (viď obrázok 17).

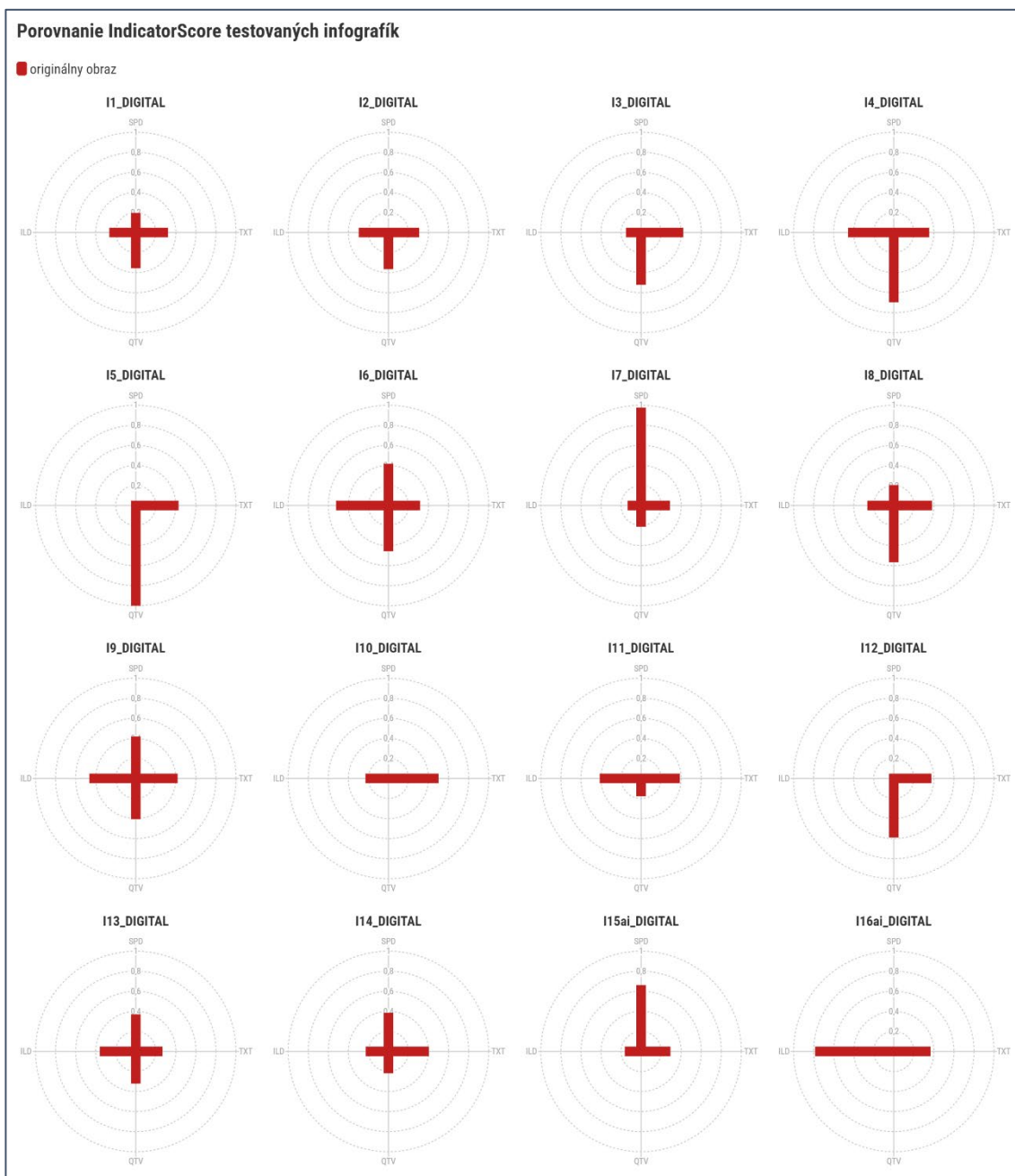


Obrázok 17: LayoutScore testovaných máp na škále od 0 do 1.  
Dostupné online na <https://bit.ly/IGV-mapy-3>

Na základe získaných hodnôt je možné interpretovať, že metrika *IGV* dokáže identifikovať tradičné mapové stránky prostredníctvom vysokých hodnôt *IndicatorScore* komponenty *SPD*. So znižujúcou sa dominanciou komponenty sa zvyšuje komplexnosť obrazu a dôraz na ďalšie elementy v obraze – a tým aj *LayoutScore* celej mapy. V kontexte rozdielu naskenovaných obrazov v porovnaní s originálmi bude potreba pracovať s neurčitou výslednou hodnotou u naskenovaných máp, kde dochádza k nejednotným výsledkom. Identifikácia vplyvu si bude vyžadovať podrobnejšiu sériu testov v ďalšom výskume. Do porovnania s infografickými obrazmi (viď kapitola 5.2.4) budú vstupovať všetky hodnoty máp, avšak z indikáciou pôvodu tohto obrazu.

## 5.2.3 Infografiky

Vzorka infografických obrazov bola zvolená tak, aby odpovedala definícií infografiky vyčlenenej v kapitole 3.2.5. Cieľom testovaní v rámci prípadových štúdií je tvorba reprezentatívnej vzorky nameraných hodnôt metrikou IGV skupiny infografík. Na základe toho tak overiť, aké hodnoty metrika IGV dosahuje pri hodnotení špecifických infografických obrazoch. Takto získané dáta do kontextu s hodnotami nameranými na mapách (viď kapitola 5.2.4) a na tom základe definovať typické hodnoty pre mapy a infografiky.



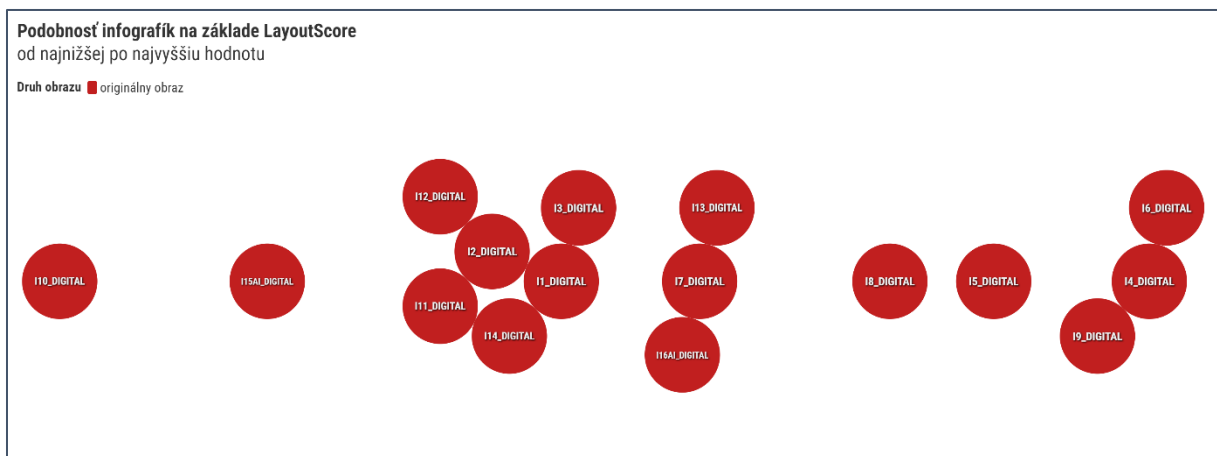
Obrázok 18: Hodnoty IndicatorScore testovaných infografík.

Dostupné online: <https://bit.ly/IGV-infografiky>

Obrázok 18 zobrazuje prehľad nameraných hodnôt IndicatorScore komponent pre jednotlivé infografiky vstupujúce do testovania. Podľa rozloženia intenzity hodnôt na radiálnom grafe je možné odhadnúť grafickú dominanciu komponentu na obraze.

Obrazy *I7\_digital* a *I15ai\_digital* výraznejšie prevyšujú ostatné infografiky v intenzite *IndicatorScore* komponenty SPD, kde najvyššiu normalizovanú hodnotu dosahuje obraz *I7\_digital*, ktorého obsah je tvorený mapou, ostatné hodnoty komponent sú potlačené. Výraznými hodnotami *ILD IndicatorScore* sú popísané obrazy *I6\_digital* a *I16\_digital*, ktorých dominantami sú výrazné ilustrácie, či fotografia u *I6\_digital*. Najdominantnejším obrazom z pohľadu dátových vizualizácií sa stal *I5\_digital*, ktorého obsah je tvorený rozsiahlou schémou a textom. Hodnota *IndicatorScore* QTV tu bola vyššia než u máp v predchádzajúcich obrazoch. Aj napriek tomu, že tento obraz nie je veľmi graficky výrazný z celkového pohľadu, je veľmi rozsiahly, kontrastný a zložitý, čo prispelo k zvýšeniu hodnoty *IndicatorScore*. Ostatné hodnoty u ďalších infografík vykazujú pomerne vyrovnané hodnoty pohybujúce sa priemerne okolo normalizovanej hodnoty 0,4. Výrazne dominantnejšie hodnoty sa prejavujú v danom datasetu nad hodnotou 0,6.

V testovanej vzorke 50 % infografík neobsahovalo komponent SPD, tri infografiky neobsahovali komponent QTV a dve infografiky *ILD*. Nikdy neabsentovali viac než dva komponenty zároveň, čo sa stalo len u troch obrazov *I10\_digital*, *I12\_digital* a *I16ai\_digital*.



Obrázok 19: Testované mapy zoradené na základe veľkosti a podobnosti *LayoutScore*.  
Dostupné online na <https://bit.ly/IGV-infografiky-2>

Výpočet *LayoutScore* z nameraných hodnôt reprezentuje vzájomnú podobnosť infografík, ktorá je zobrazená na obrázku 19. V interaktívnej online verzii vizualizácie je možné identifikovať podobnosť infografík prostredníctvom ich blízkosti aj s doplnenou ukázkou samotnej testovanej vzorky (viď <https://bit.ly/IGV-infografiky-2>). Najvyššiu hodnotu *LayoutScore* dosiahol obraz *I6\_digital*, ktorý má obecnú najvyššiu výraznosť všetkých zastúpených komponent. Veľmi podobne koncipovaný obraz *I9\_digital* má z pohľadu *IndicatorScore* taktiež veľmi výrazné, takmer vyrovnané komponenty, avšak s nižšou kontrastnosťou než u *I6\_digital*. Konceptne odlišný *I4\_digital* dosiahol na základe svojej ilustratívnej, veľkej kontrastnosti a zastúpeniu všetkých komponent len o pár jednotiek nižšie hodnotenie než *I6*. Klaster obrazov *I16ai*, *I7* a *I13* dosiahli z pohľadu *LayoutScore* veľmi vyrovnané hodnoty a ich zostavenie je taktiež veľmi podobné, kde vizuálne zameranie je na ilustráciu alebo dátovú vizualizáciu. Obrazy *I8* a *I5*, ktorých skóre je ešte o niečo väčšie, sa podobajú na základe série menších prvkov v obraze, ktoré sú veľmi kontrastné a ale zároveň vizuálne veľmi vyrovnané.

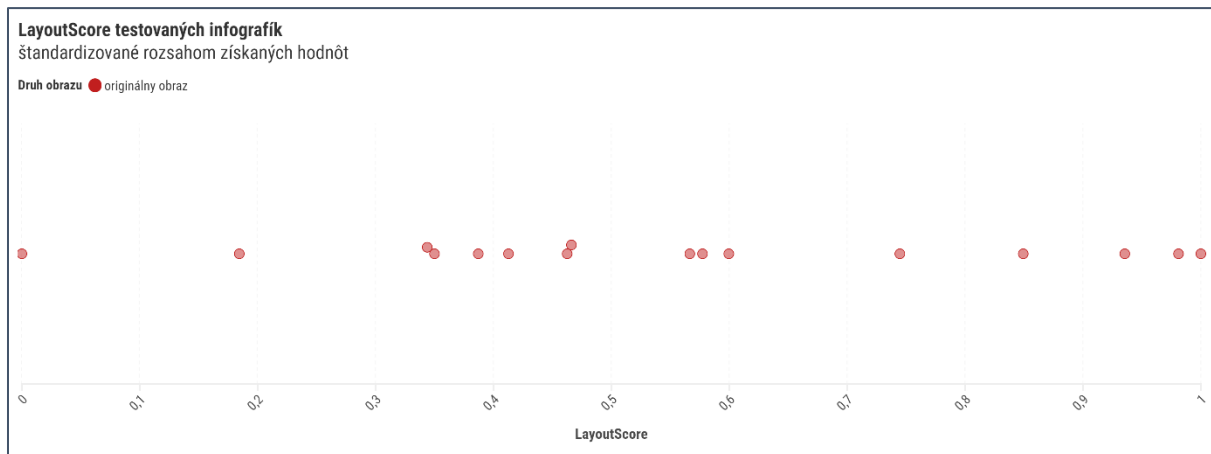
S klesajúcim *LayoutScore* klesá taktiež počet zastúpených elementov v obraze a hodnoty *IndicatorScore* nie sú v obrazoch rovnomerne zastúpené. Príkladom môže byť porovnanie vizuálne podobných obrazov *I6\_digital* a *I11\_digital*, ktoré svojím konceptom, rozmermi a formou môžu spadať do rovnakého typu infografiky. Na rozdiel od obrazu *I6\_digital*, ktorý obsahuje elementy spadajúce do všetkých komponentov a je veľmi informačne bohatý z pohľadu zastúpenia predovšetkým grafov

a diagramov, infografika pri rovnakom rozvrhnutí je prevažne textovo zameraná s veľkým podielom prázdnych miest a zastúpenie elementov nie je tak bohaté. *III\_digital* sa pohybuje na opačnej strane stupnice v kontexte porovnávaných obrazov než *I6\_digital*. Metrika IGV je nastavená tak, aby hodnotila mapy, resp. obrazy, z pohľadu priestorovo orientovanej infografiky so zameraním na rôznorodosť vyčlenených komponent, ktorých zastúpenie by malo byť vizuálne vyvážené. Pokiaľ obraz komponent neobsahuje, automaticky jeho *LayoutScore* klesá.

Podobné hodnoty dosiahli taktiež obrazy *I1* a *I2*, ktoré sa vyznačujú vysokou vizuálnou podobnosťou. Nachádzajú sa síce v podobnom klastri ako *I12*, *I14* a *I3*, avšak všetky tieto majú podobný koncept spracovania so zameraním na dominantnú dátovú vizualizáciu. Obrazy spoločne obsahujú mnoho malých elementov spadajúcich do rôznych komponent, ktoré podobne vizuálne dopĺňajú dominantnejšie elementy.

Diskutabilné výsledky boli dosiahnuté pri porovnávaní *LayoutScore* obrazov *I10\_digital* a spomínaného *I2\_digital*. Aj napriek tomu, že vizuálne obraz *I2\_digital* odpovedá obecnjej predstave o infografike omnoho viac, z pohľadu *IGV metriky*, ktorá hodnotí zastúpenie elementov a ich výraznosť neobstál. Jednotlivé elementy sú utopené v tmavom pozadí, čím sú menej kontrastné a variabilita ich zastúpenia z pohľadu druhov je menšia. *I10\_digital* je príkladom veľmi textovo orientovanej infografiky, ktorá z pohľadu metriky s vysokým zastúpením textových polí dosahuje malé hodnoty. Tento výsledok je demonštráciou toho, že metrika nehodnotí úroveň grafického štýlu obrazu ale kvalitu spracovania stavebných prvkov obrazu z pohľadu ich grafickej výraznosti, zastúpenia a infografickej komplexnosti.

Tak ako demonštruje aj obrázok 20, ktorý vizualizuje namerané hodnoty *LayoutScore*, nižšie hodnoty dosiahli obrazy s nízkou výraznosťou, dominanciou vybraného komponentu a zároveň s absenciou ďalších doplnkových elementov.

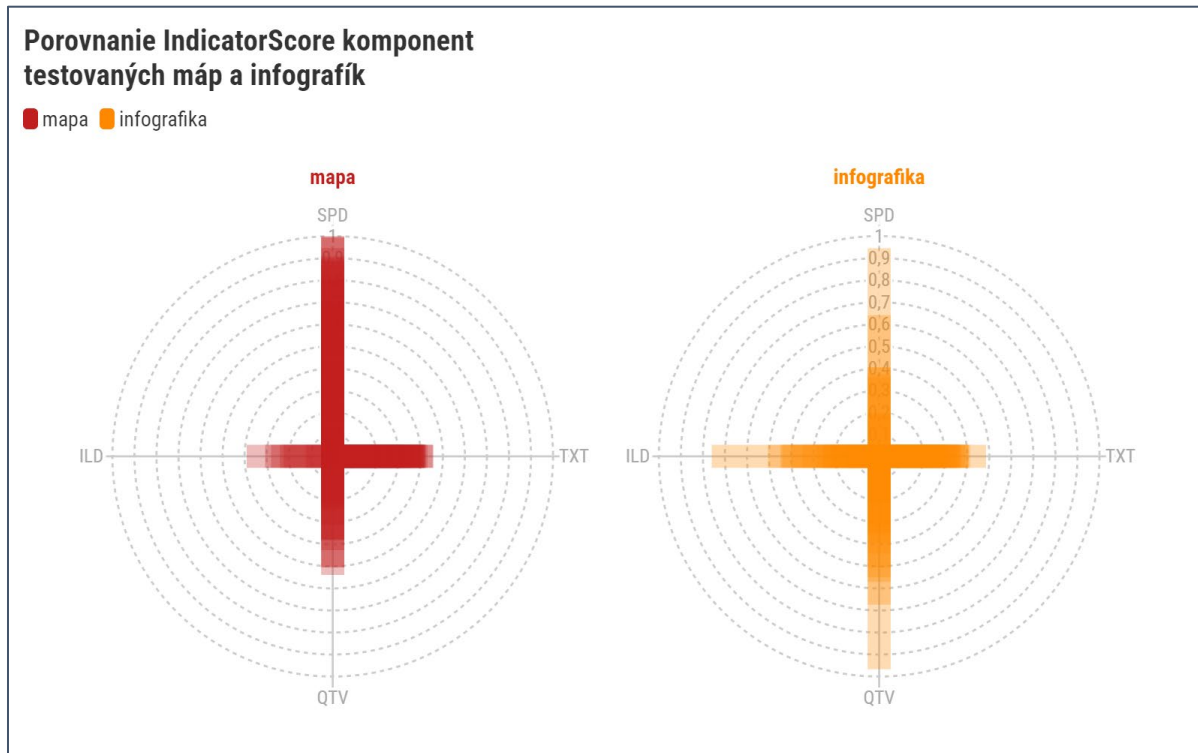


Obrázok 20: *LayoutScore* testovaných infografík na škále od 0 do 1.  
Dostupné online na <https://bit.ly/IGV-infografiky-3>

Prostredníctvom získaných namerané hodnôt v rámci testovania infografík je možné hodnotiť, že metrika *IGV* dokáže popísať infografiku predovšetkým prostredníctvom rovnomerného zastúpenia samostatných hodnôt *IndicatorScore*, ktoré sa následne premietajú do vyšších hodnôt *LayoutScore*. Absenciou niektorého s komponent spojenou výraznou dominanciou jedného z nich dochádza k znižovaniu *LayoutScore*. Tento fakt je vhodne spojený významovou podstatou metriky, ktorá je navrhnutá tak, aby detekovala graficky vyvážené obrazy tvorené rôznymi druhmi elementov. Na základe takejto logiky môže byť naplnená stanovená definícia infografiky, ktorá pojednáva o kombinácii elementov rôzneho charakteru ale podobného významu vytvorených za účelom pútavo (pozn. graficky dominantne) určitú informáciu.

## 5.2.4 Mapy vs. infografiky

Dôležité údaje neprinášajú iba výsledky zo samostatných prípadových štúdií ale predovšetkým ich vzájomné porovnanie. Obrázok 21 agreguje získané namerané hodnoty všetkých obrazov vstupujúcich do testovania a vykresľuje ich v rámci jednej vizualizácie v odpovedajúcich kategóriách. Vyobrazený graf zobrazuje typické hodnoty *IndicatorScore* máp a infografík, kde je zreteľne vykreslený dominujúci komponent.

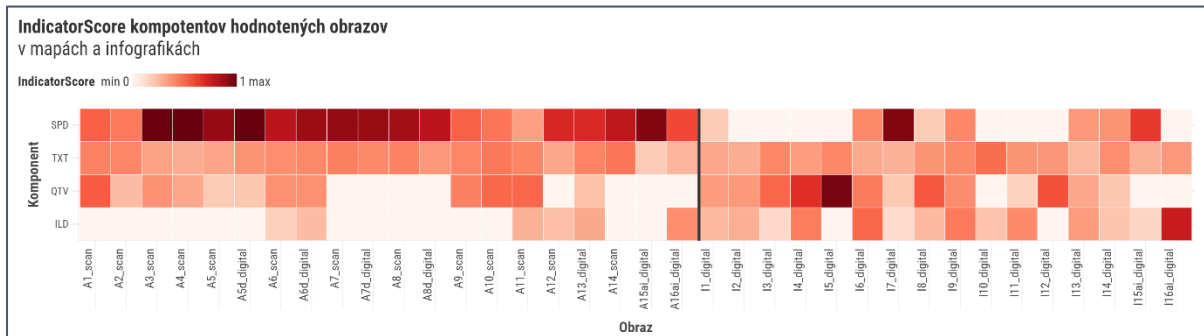


Obrázok 21: Hodnoty *IndicatorScore* testovaných infografík a máp.  
Dostupné online: <https://bit.ly/IGV-porovnanie>

Mapy obecné dosahovali vyšších hodnôt komponenty SPD a TXT v porovnaní s ďalšími komponentami. Tento fakt reflektuje klasický obraz mapovo orientovaného listu, kde je dominantne zastúpená mapa, zvyčajne veľkých rozmerov s vysokou farebnosťou a zložitou doplnenou o popisné texty. Ostatné nastavbové prvky sú potlačené a mnohokrát sa ani nevyskytujú. Druhým najčastejšie vyskytujúcim sa komponentom v mapách je text, či textovo spracovaná informácia, ktorý aj napriek svojej malej výraznosti dosahoval obecné vysoké hodnoty *IndicatorScore*.

Infografiky oproti mapám dosahujú rovnomernejšie zastúpenie hodnôt medzi jednotlivými komponentami. Obraz je vizuálne vyváženejší, čo indikujú vyrovnané hodnoty *IndicatorScore* a výrazne vyššie hodnoty vybraného komponentu v obraze nepotláčajú ostatné komponenty. Infografický obraz preto obvykle obsahuje viac dominantných elementov, ktoré medzi sebou rozdeľujú grafickú dominanciu celého obrazu. Tým, že sú hodnoty *IndicatorScore* pomerne vyrovnané, je možné usudzovať, že elementy sú i rozličných typov, takže obraz je obsahovo pestrejší. Zmienenu vyrovnanosť z pohľadu dosiahnutých hodnôt *IndicatorScore* zobrazuje aj obrázok 22, kde sú prostredníctvom heatmapy vizualizované hodnoty *IndicatorScore* pre jednotlivé komponenty všetkých testovaných obrazov – máp aj infografík. So zvyšujúcou sa hodnotou farby sa zvyšuje i hodnoty *IndicatorScore*.

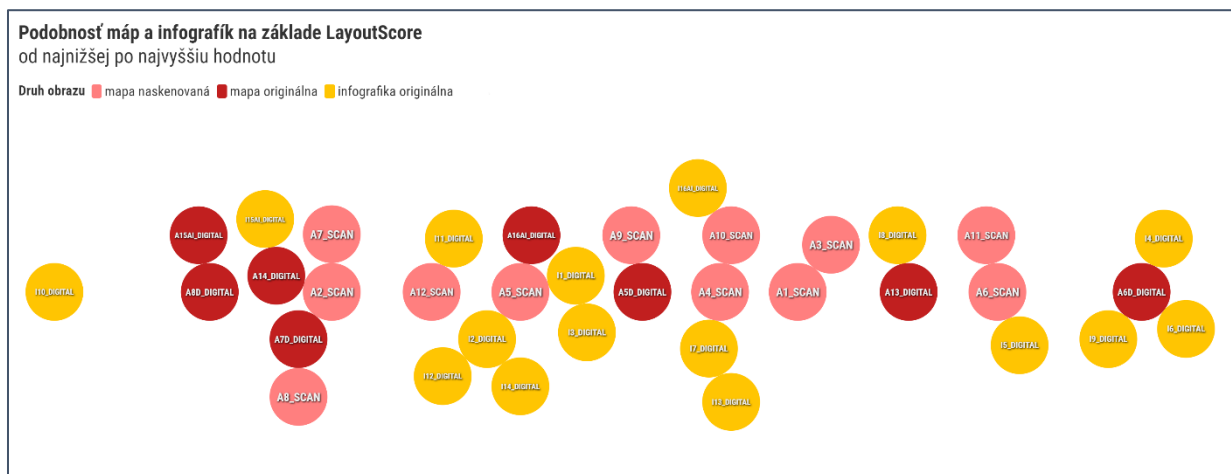




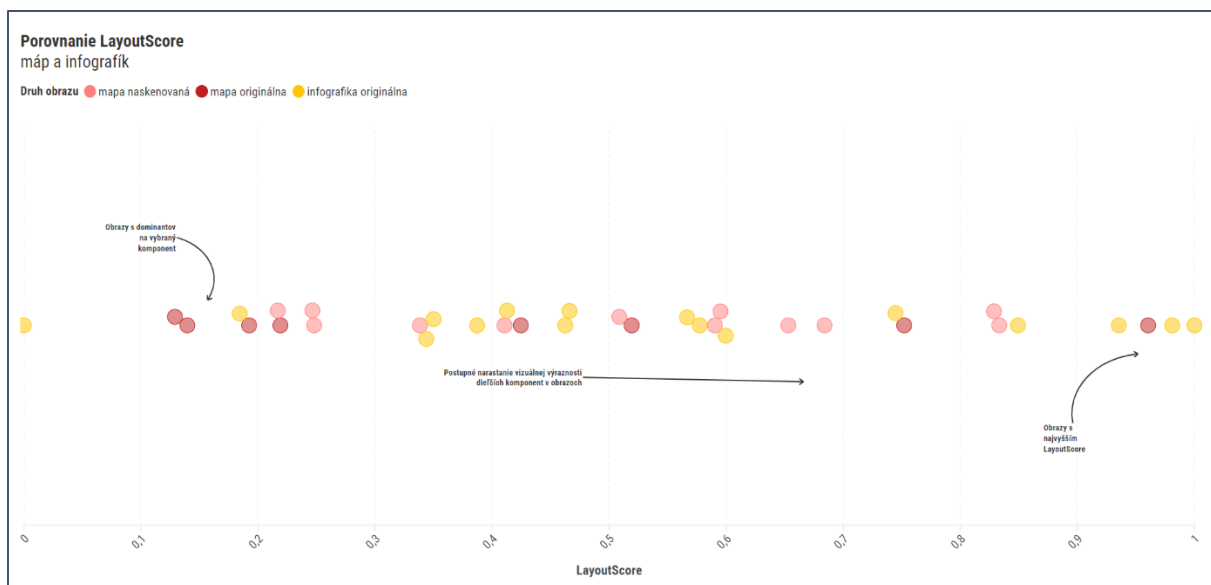
Obrázok 22: Hodnoty IndicatorScore po jednotlivých komponentoch v infografikách a mapách.  
Dostupné online na <https://bit.ly/IGV-porovnanie-2>

V ľavej časti heatmapy, oddelenej čiarou, sú vyobrazené hodnoty máp, v pravej infografík. U väčšiny mapových obrazov je jednoznačne viditeľná grafická dominancia komponentu SPD. Mapám sekunduje text a následne menej zastúpené QTV. ILD je zastúpená minimálne a v ani jednom prípade sa nejedná o dominujúci komponent. Na rozdiel od máp, testované infografické obrazy iba v štyroch prípadoch obsahovali výrazne dominujúci element. Väčšina obrazov rovnomerne rozkladá dominanciu na viaceré komponenty zároveň.

Hodnota *LayoutScore* vyjadruje v prenesenom význame na základe svojho výpočtu, v akej miere sú si podobné sú vzorové stránky z hľadiska stanovenej charakteristiky infografiky. Podobnosť máp a infografík z pohľadu získaného *LayoutScore* zobrazuje obrázok 23. Originálne obrazy sú značené červenou (pre mapy) a žltou (pre infografiky). Naskenované mapové obrazy sú vyčlenené bledo-červenou. Pre priame porovnanie obrazov aj s ukážkami je vhodné navštíviť interaktívnu verziu vizualizácie na <https://bit.ly/IGV-porovnanie-3>.



Obrázok 23: Testované mapy a infografiky zoradené na základe veľkosti a podobnosti LayoutScore.  
Dostupné online na <https://bit.ly/IGV-porovnanie-3>



Obrázok 24: Vzájomné porovnanie *LayoutScore* testovaných infografík a máp.  
Dostupné online na <https://bit.ly/IGV-porovnanie-4>

Vizualizácia na obrázku 24 zobrazuje testované obrazy podľa veľkosti *LayoutScore*. Na základe takto zostaveného obrazu je možné jednoduchšie identifikovať určité zhluky, ktoré zjednocujú podobné charakteristiky obrazov. Je možné interpretovať, že predovšetkým infografiky dosahujúce normalizovaných hodnôt okolo 0,5 korešpondujú so vzorkou infografík, ktoré mali väčšinou konzistentné zastúpenie hodnôt *IndicatorScore* pre všetky komponenty na obraze. Pod hodnotou 0,5 sa sústreďujú obrazy s vyššou vizuálnou hierarchiou komponent. U obrazov zo vzorky, ktoré dosahovali hodnoty *LayoutScore* vyššie než 0,5 môžeme tvrdiť, že sa jedná o vysoko ilustratívne obrazy s dominantnejším zastúpením *ILD* a *QTV* – jak mapy tak aj infografiky. Obrazy s *LayoutScore* okolo normalizovanej hodnoty 0,85 sa jedná o infografiky a mapy s dominantnými komponentami taktiež s vysokým podielom výrazných komponent rôznych kategórií, ktorých vizuálna dominancia je výraznejšia než u obrazov s nižším *LayoutScore*. Nad touto hodnotou sa nachádzajú najviac infograficky spracované obrazy, ktorých vizuálna výraznosť komponent je najvyššia a zároveň vyrovnaná.

S klesajúcou hodnotou *LayoutScore* je po vizuálnom preskúmaní badateľné, že v obrazoch začína byť dominantný jeden vybraný element – či už vybraná dátová vizualizácia u infografík alebo mapové pole u mapových obrazov. V intervale hodnôt do *LayoutScore* 0,25 sa nachádzajú takmer výlučne iba mapy s výnimkou *I15ai\_digital*, ktorého hlavným elementom však je taktiež element mapa. Charakterovo sa jedná o obrazy s výlučnou grafickou dominanciou na komponent *SPD*. V kartografickom kontexte sa tieto obrazy približujú k tradičnému konceptu atlasových stránok.

Úplne najnižšiu hodnotu dosiahol obraz *I10\_digital*, ktorý je tvorený väčšinou textom a minoritne ilustráciami. Aj napriek tomu, že grafickým prevedením pripomína koncept infografiky, vecným zhotovením z pohľadu stavebných elementov je veľmi nevýrazný a informácia ním predávaná je textovo zameraná, čo je u infografík (i máp) nevýhodou. Uvedené hodnoty sú závislé na hodnotenej vzorke.

### 5.2.5 Súhrnné výsledky

Prípadové štúdie vykonané na 17 schematických obrazoch, 20 mapových obrazoch a 16 infografikách si kládli za cieľ komplexne overiť funkcionálnosť a použiteľnosť metriky *IGV* z pohľadu spôsobu zberu hodnôt, výpočtu indikátorov, *IndicatorScore*, *LayoutScore*; výpovedná hodnota výsledkov a možnosti ich interpretácie.

Po uskutočnení prvej fázy testovania na **schematických obrazoch** bolo **nutné pristúpiť ku zmene konceptu zberu vstupných dát**. Prístup vyčlenený v kapitole 5.1.1.3, ktorý bol založený na zberu parametrov zo segmentovaného obrazu skresľoval hodnoty indikátorov oproti hodnotám získaných z obrazu neupraveného. Túto skutočnosť preukázal aj neparametrický Wilcoxonov test vykazujúci malú závislosť medzi segmentovanými a nesegmentovanými hodnotami indikátorov (viď kapitola 5.2.1.).

Úprava zberu dát pre metriku *IGV* spočíva vo využití segmentovaného obrazu iba ako pomocného obrazu k vyčleneniu relevantných elementov v ňom samotnom. Jediným indikátorom, ktorý výrazne koreloval v oboch druhoch obrazu bol indikátor *plocha pokrytia*, čo indikuje len minimálnu zmenu hodnôt pri použití oboch prístupov výberu. Zároveň, výber elementov prostredníctvom mriežky je výraznejšie užívateľsky príjemnejší a minimalizuje chybu výberu. Všetky parametre takto rozsegmentovaného obrazu vychádzajú z jeho originálnej podoby.

Prostredníctvom **prípadových štúdií vykonaných na vzorke máp a infografík** sa podarilo potvrdiť, že vypočítaním *IndicatorScore* je možné určiť kategorizáciu obrazu z pohľadu jeho dominantného komponentu, či je daný obraz viac zameraný na prezentáciu priestorových informácií prostredníctvom máp, prípadne či je viac ilustratívny, štatisticky orientovaný alebo popisný, na základe hodnoty *IndicatorScore* pre každú špecifickú komponentu. Prostredníctvom vizuálnej analýzy získaných hodnôt za využitia Radar charts alebo nepriestorových Heatmap je možné identifikovať vizuálny vzor mapy alebo infografiky, a tak ich kvantitatívne i kvalitatívne popísať.

Kvantifikovaním a následnou vizualizáciou *LayoutScore* je možné identifikovať abstraktný stupeň infografického štýlu na hodnotenom obraze na základe grafickej výraznosti komponent v obraze, vychádzajúcej z logiky konceptu infografiky. Z uvedených testov možno tvrdiť, že vyššie hodnoty *LayoutScore* korešponujú s vyšším stupňom podobnosti s konceptom spracovania infografiky podľa stanovenej definície. Tradičné mapy pochádzajúce z atlasov dosahovali nízke hodnoty *LayoutScore*. Tieto obrazy rešpektujú tradičné koncepty tvorby máp, kde je významná grafická záťaž smerovaná na mapy a nadstavbové kompozičné prvky sú v obraze potlačené. Mapové obrazy z vysokým *LayoutScore* obsahujú okrem máp taktiež výrazné nadstavbové prvky znižujúce vizuálnu dominanciu mapy samotnej. Tým dochádza k presunu dominancie na viacero elementov v obraze čím mapu približuje ku konceptu infografiky. Pokiaľ je mapa takto spracovaná, metrika *IGV* dokáže tento fakt detekovať prostredníctvom hodnôt *IndicatorScore*, ktoré sú obecné vyššie pre každý z prítomných komponent, a následne v *LayoutScore*, ktoré zvyšuje svoju hodnotu.

Prípadové štúdie na danej vzorke obrazov preukázali schopnosť kvantitatívne vyjadriť mieru infografického štýlu z pohľadu vizuálneho zloženia obrazov prostredníctvom hodnoty *LayoutScore*. Kvantifikovaním hodnôt *IndicatorScore* je možné kategorizovať hodnotené mapy (či iné vstupné obrazy) do kategórií: mapovo orientované, textovo orientované, štatisticky orientované alebo ilustračne orientované, podľa dominantnej komponenty.

V neposlednom rade, prípadové štúdie preukázali aj vplyv naskenovaného obrazu na výsledné hodnoty metriky *IGV*. Aj keď sa nejedná o výrazné rozdiely vo výsledkoch (ktoré významne korelujú s hodnotami originálneho obrazu), doporučuje sa minimálne odlišovať kategorizáciu naskenovaných obrazov v rámci testovaného datasetu. Popis a zhrňajúce výsledky z testovania metriky *IGV* predstavuje <https://www.cartography.upol.cz/infographics/igv>.

## 6. TESTOVANIE EXISTUJÚCICH METRÍK

Aktuálne neexistujú žiadne špecifické metriky určené na identifikáciu infografík v mapách či vyčíslenia miery infografického štýlu. Prehľad metrík využiteľných pre tento špecificky koncept hodnotenia obrazu je spracovaný v kapitole 4.1.1. Z uvedených prístupov boli vybrané *Dotazníkové šetrenie*, *Kvantitatívna analýza obrazu*, *Vizuálne zhrnutie a metóda Machine learning*. Uvedené metriky sú založené na odlišných prístupoch hodnotenia obrazu než ponúka *IGV*, avšak môžu ho efektívne dopĺňovať a výsledky môžu vstupovať do vzájomného porovnania.

Užívateľskú reflexiu na testovaný obraz vhodne vystihuje *dotazníkové šetrenie*. Oproti ostatným užívateľsky zameraným testovacím metódam spracovaným v kapitole 4.1.1 dokáže efektívne ohodnotiť na referenčnej vzorke hneď niekoľko obrazov. Testovanie prostredníctvom *eye-trackingu* či *think aloud* metód, ktoré sú predovšetkým zamerané na riešenie úloh nad sledovaným obrazom, je metóda dotazníkového šetrenia možná uchopiť plošne, na širokej škále respondentov. Z podstaty problematiky tejto práce, obsah samotného obrazu nie je až tak dôležitý ako jeho forma, ktorá je dotazníkovým šetrením jednoduchšie zhodnotiteľná.

Metóda *Kvantitatívnej analýzy obsahu (QCA)* prináša hodnotenie z pohľadu prítomnosti predom definovaných komponent prostredníctvom kódov, ktoré kvantifikujú ich spracovanie. Jedná sa tak teoreticky o najbližšiu alternatívu k *IGV* metrike, avšak subjektívne založenú. *Vizuálne zhrnutie* prostredníctvom graficky spracovaného prehľadu popisuje daný hodnotený obraz v predom definovaných oblastiach. Prináša tak grafické zhodnotenie obrazu z pohľadu jeho zloženia. *Machine learning* prístupy dokážu vytvárať zhľuky podobných obrazov na základe ich vizuálneho spracovania. Použitelnosť prístupu pre potreby vyčlenenia podobnosti obrazov v kontexte ich vizuálneho štýlu je overovaná pomocou softwaru Orange.

**Prípadové štúdie** s vyčlenenými metódami prebiehali na rovnakej vzorke dát ako aj prípadové štúdie vykonané *IGV* metrikou. Sada obrazov (viď kapitola 4.2) bola redukovaná o naskenované ekvivalenty originálnych máp – *A5–A8\_scan* a schematické obrazy. Do testov tak vstupovala vzorka 16 máp a 16 infografík. Každý z vybraných metrických prístupov tak mohol byť jednotne porovnateľný z už prevedenými testami s *IGV*. Každá mapa z referenčnej vzorky bola podrobená hodnoteniu všetkými vybranými metrikami. V rámci hodnotenia samotného metrického procesu budú vo výsledku porovnané aj výsledky jednotlivých metrík v kontexte hodnôt, ktoré generovala metrika *IGV*. Takto vzájomne porovnané výsledky môžu priniesť bližšie poznatky o výpovednej hodnote výstupov jednotlivých metrík s dominantným zameraním na metriku *IGV*.

Okrem porovnávania hodnôt samotných bolo prevedené aj **užívateľské testovanie**. Testovanie prebehlo formou *think aloud* metódy, v priebehu ktorej boli respondentom predstavené jednotlivé metriky prostredníctvom názornej prezentácie, nad ktorou bola rozvinutá diskusia. Na záver testovania respondenti vyplnili krátky dotazník, v ktorom na základe svojej preferencie ohodnotili nasledujúce, predom stanovené kritériá pre každú z uvedených metrík: *I. výpočetná náročnosť (ako zložitá je metrika navrhnutá a získať využiteľné výsledky)*, *II. softwarová náročnosť (ako veľmi je špecifický software nutný)*, *III. hardwarová náročnosť (ako náročné je metriku z pohľadu hardwaru využiť)*, *IV. časová náročnosť (ako veľmi časovo je náročné z metriky získať výsledky od jej návrhu až po použiteľné výsledky)*, *V. užívateľská prívetivosť (miera užívateľského komfortu pri využití metriky z pohľadu hodnotiteľa)*, *VI. miera automatizácie (ako veľmi je metrika automatizovaná, resp. nakoľko vyžaduje užívateľský zásah)*, *VII. forma a výpovedná hodnota výsledkov (ako veľmi sú získané výsledky pochopiteľné a prakticky využiteľné)*. Každé zo sledovaných kritérií bude ohodnotené prostredníctvom stupňov 1–5, kde uvedené hodnoty odpovedajú: 1=nízka; 2=skôr nižšia; 3=stredná; 4=skôr vyššia; 5=vysoká.

Takto ohodnotené kritéria budú následne vizualizované a vzájomne porovnané. Užívateľského testovania sa zúčastnilo 20 respondentov, pričom do výskumu boli zapojení predovšetkým znalí užívatelia a tvorcovia máp, infografík či obecní respondenti s kartografickým či grafickým vzdelaním. U tejto skupiny expertných respondentov je potenciál, že niektorú z metrik (alebo jej výsledky) by aj reálne využili, pričom ich expertný pohľad na problematiku je dôležitý z pohľadu vylepšenia návrhu semi-automatizovaného nástroja vychádzajúceho z metriky *IGV*.

Hlavným zámerom testovania tak bolo primárne získať poznatky z testovania vybraných metrik a tie prakticky aplikovať k optimalizácii a vylepšeniu vlastnej navrhutej metriky. Výsledky spracované aj vo vizuálnej podobe prinášajú nasledujúce podkapitoly.

## 6.1 Dotazníkové šetrenie

Dotazník vytvorený v českom jazyku prostredníctvom platformy [www.surveymonkey.com](http://www.surveymonkey.com) obsahoval celkom 36 otázok bol rozdelený do piatich základných oblastí:

1. *Úvod* – veľmi krátke zoznámenie o zameraní výskumu, úlohou respondenta a približnej časovej náročnosti
2. *Základné údaje o respondentovi* – časť obsahovala dve otázky zisťujúce vzdelanie a pohlavie respondenta. Jednalo sa pritom o prvé dve otázky dotazníkového šetrenia vytvorené formou zoznamu s možnosťou jednej unikátnej voľby odpovede. Zásadnou otázkou z pohľadu následnej analýzy výsledkov bola otázka č. 1 – „*Máte vzdelání nebo pracovní zkušenosti s grafikou nebo kartografií?*“. Vzdelanie v oboch oblastiach totiž môže priniesť iný odborný náhľad na problematiku máp i infografík. Pretože cieľom práce nie je vytvárať širokospektrálny prieskum verejnosti pri vymedzovaní máp a infografík ale predovšetkým otestovať použiteľnosť ďalších metód v rámci tejto problematiky, neboli zisťované podrobnejšie informácie o užívateľoch.
3. *Zoznámenie s problematikou* – aby do dotazníkového šetrenia nevstupoval respondent nepoučený, pred samotným hodnotením obrazov mu prostredníctvom definícií mapy a infografiky bola predstavená definícia mapy a infografiky, z ktorej vychádza táto práca. Vysvetlenie pojmov bolo účelné, nakoľko dotazník nebol navrhnutý k overovaniu vlastných znalostí užívateľa (pozn. čo by mohlo navodiť pocit testu) ale k získavaniu subjektívneho pohľadu respondenta na poskytnuté obrázky.
4. *Overenie znalostí* – dve otázky (3. a 4.) mali za cieľ prostredníctvom troch obrázkov zistiť, ako respondent vníma mapu a ako infografiku. V oboch otázkach boli prítomné identické tri obrázky, z ktorých mal respondent vybrať vždy jeden obraz, ktorý podľa jeho uváženia mal odpovedať mape, a ktorý infografike. Obrázky boli tendenčne zvolené ako tradičná mapa zo školského atlasu (očakávaná odpoveď u otázky 3), mapa sveta vizualizovaná v gride v netradičnej farebnej palete a štatisticky orientovaný poster obsahujúci niekoľko dátových vizualizácií schematickú mapu sveta (očakávaná odpoveď u otázky 4). Výber odpovede môže naznačiť počiatočnú znalosť respondenta.
5. *Hodnotenie obrazov* – navrhnutý princíp hodnotenia vzorky obrazov spočíva v pridelení hodnoty na stupnici od  $-5$  do  $+5$ , kde hodnota  $-5$  predstavuje mapu,  $+5$  predstavuje infografiku, a  $0$  odpovedá polovične mape i infografike. Čím užívateľ zvolí hodnotu bližšiu k  $-5$  alebo  $+5$  tým určuje vyššiu príslušnosť k danému typu. Interpretáciou je, že daný obraz je následne podľa voľby užívateľa viac mapou alebo viac infografikou (prípade na pomedzí medzi týmito dvoma pojmami). Celá vzorka obrazov je umiestnená na jednej stránke, ktorú užívateľ pred ukončením hodnotenia nemusí opustiť. Tak je zaručené, že pokiaľ počas hodnotenia zistil, že chce upraviť svoje hodnotenie na danej stupnici, môže tak urobiť.

Samotné dotazníkové šetrenie je neustále aktívne a dostupné na <https://bit.ly/mapa-nebo-infografika>, pričom existovala i anglická mutácia v identickom prevedení. Otázky v dotazníku boli stanovené tak, aby dokázal kvantitatívne opísať hodnotené mapy a infografiky. Respondent zaradením obrazu na vytvorenú škálu -5 až +5 vyjadruje mieru infografického štýlu v mape i infografike na základe jeho vlastnej znalosti či skúsenosti. Každý z obrazov tak bude špecificky opísaný a po vyhodnotení odpovedí mu bude priradená priemerná známka na navrhnutej škále.

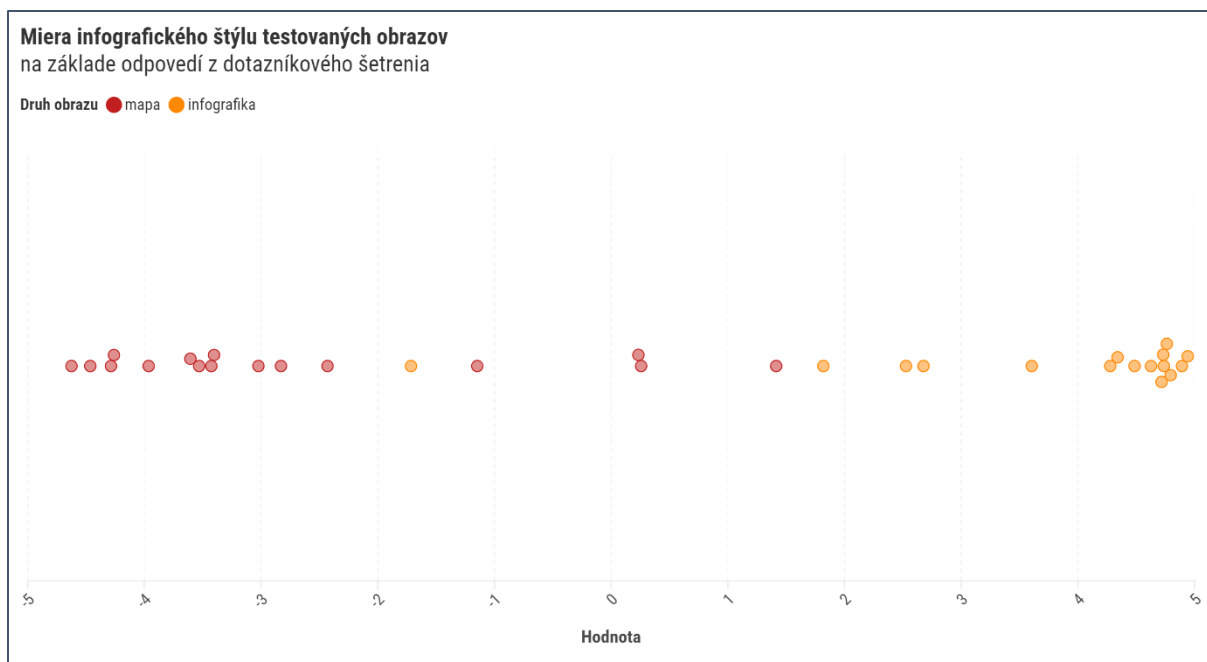
Dotazníkové šetrenie v čase stiahnutia odpovedí (27. 4. 2024) zhromaždilo 139 validných odpovedí, z ktorých 20 pochádzalo z anglického ekvivalentu šetrenia. Toto množstvo respondentov poskytuje reprezentatívnu vzorku pre užívateľské testovanie obrazov s cieľom vyhodnotiť miernu infografického charakteru vo vzorových obrazoch. Z celkového počtu respondentov bolo 72 mužského pohlavia, 66 ženského pohlavia, pričom 1 respondent nešpecifikoval pohlavie. Pokiaľ ide o profesionálnu alebo teoretickú skúsenosť s kartografiou alebo grafikou, približne 47 % respondentov uviedlo, že má skúsenosti s oboma oblasťami, 27 % má skúsenosti len s kartografiou, 18 % nemá skúsenosti s žiadnou z týchto oblastí a 6 % má skúsenosti len s grafikou. Typická doba vyplňovania dotazníka sa pohybovala v rozsahu od 3 do 7 minút.

V rámci sekcie zameranej na overenie znalostí, v mapovej sekcii 98 % respondentov označilo predpokladaný obraz 1 reprezentujúci typickú mapu, pričom dvaja respondenti s len kartografickým i grafickým vzdelaním či skúsenosťami označili obraz 2 (reprezentujúci „niečo medzi“) a 1 respondent tretí obraz zobrazujúci typickú infografiku. V rámci označenia infografiky 95 % respondentov správne označilo obraz 3, obraz dva označilo 6 respondentov rôznych skupín a 1 respondent označil obraz 1. Väčšinou je možné potvrdiť, že testovaná skupina má jasnú predstavu o typickom obraze z každej kategórie testovaných obrazov a výsledky sú relevantné.

Z analýzy získaných hodnôt vyplýva, že respondenti bez povedomia o grafike či kartografii prevažne udeľovali nižšie skóre hodnoteným obrazom. Pridelované hodnoty pomerne korelovali s respondentami, ktorých povedomie len v oblasti grafiky. Naopak, respondenti iba s kartografickým vzdelaním či pracovnými skúsenosťami a respondenti s povedomím v oboch oblastiach udeľovali vyššie známky. Vyššie rozdiely sú pritom viditeľné pri mapovej vzorke obrazov. Grafické znázornenie rozdielov od priemernej hodnoty jednotlivých obrazov na základe skúseností a vzdelania respondentov prezentuje interaktívna vizualizácia dostupná na <https://bit.ly/dotaznik-vzdelanie>.

Získané hodnotenie obrazov zobrazené na obrázku 25 predstavuje priemerné známky udelené respondentami pre konkrétne obrazy, ktoré im priradili respondenti. Už na základe farebnej distribúcie hodnôt reprezentujúce druh obrazu je zreteľné, že mapové a infografické obrazy sú prevažne zastúpené v záporných hodnotách (pre mapy) a v kladných (pre infografiky) správne. Predovšetkým interaktívna verzia po vizuálnom preskúmaní prostredníctvom pop-up okien s náhľadom vzorových obrazov odhaľuje, že prostredníctvom dotazníkového šetrenia boli dosiahnuté pomerne vysoko vypovedajúce výsledky. Tradičné mapové koncepty z atlasovej produkcie (ako napr. *A4*, *A15ai*, *A3*) dosiahli najnižších hodnôt blížiacich sa -5, čo značí vysokú príslušnosť k mapovému konceptu. Hodnoty obrazov *A1* a *A12*, ktorých vizuálne prevedenie rešpektuje moderné infografické trendy avšak konceptuálne zvýrazňujú mapový element sa nachádzajú v hodnotách blízko nuly, čo značí neurčité zaradenie do ponúknutých kategórií.



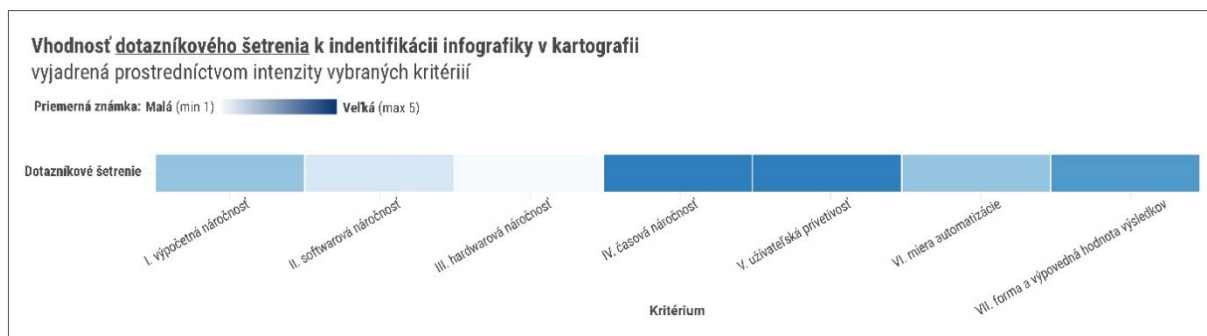


Obrázok 25: Priemerné hodnoty užívateľského hodnotenia vzorových obrazov kategorizované podľa druhu. Interaktívna verzia dostupná na <https://bit.ly/metrika-dotaznik>

Po vizuálnej analýze výsledkov je možné zhodnotiť, že čím viac narastá modernejšie, farebnejšie a ilustratívne prevedenie máp, tým viac stúpalo udelené skóre máp. Pokiaľ však bola mapa dominantným elementom na obraze, hodnota skóre neprekročila v priemere 0,26 – nebola teda braná za prevažne infografický obraz. Z pohľadu kladných hodnôt značiaci dominantné infografické spracovanie obsahu je badateľné, že pokiaľ čím obraz obsahoval viac výraznú mapu, jeho skóre síce bolo v pozitívnych hodnotách ale bolo nižšie. Napríklad porovnateľné koncepty obrazov *I9*, *I6* a *III* dosiahli diametrálne odlišné hodnotenia, pričom *I9* (hodnota 1,82) obsahuje najvýraznejšiu mapu, *I6* (hodnota 3,6) porovnateľnú mapu avšak nie tak vizuálne výraznú a obraz *III* (hodnota 4,94) neobsahuje žiadnu mapu.

Rovnako je možné interpretovať, že vstupná vzorka obrazov vzorových obrazov bola autorom vhodne kategorizovaná medzi mapy a infografiky, tak ako sa používa naprieč celou touto prácou.

Respondenti užívateľského testovania vnímali dotazník ako nástroj s potenciálom na získanie kvalitných informácií, ktorý však vyžaduje presnejšiu ucelenú presne definovanú skupinu otázok a veľkú skupinu účastníkov testovania. Niektorí ho považujú za nejednoznačný a mätúci, zatiaľ čo iní ocenili jeho jednoduchosť a prehľadnosť. Silnou stránkou dotazníkového šetrenia je *jednoduchosť* a *prehľadnosť* výsledkov a aplikácie, ktoré poskytuje komplexné odpovede založené na subjektívnych preferenciách opýtaných. Priemerné skóre z pohľadu definovaných kritérií reprezentuje obrázok 26.



Obrázok 26: Užívateľské hodnotenie dotazníkového šetrenie prostredníctvom stanovených kritérií

Dotazníkové šetrenie, založené na vhodne navrhnutom koncepte otázok, predstavuje efektívny nástroj na jednotné zisťovanie miery infografického štýlu v mapách a iných vizuálnych obrazoch. Avšak tento prístup je výrazne ovplyvnený skupinou respondentov, najmä ich znalosťami v oblasti kartografie a infografiky. Rovnako tak závisí na možnostiach rozšírenia samotného dotazníka, pretože väčšina platforiem neumožňuje posudzovanie obrazu. Výhodou je, že ide o plne replikovateľný prístup, ktorý je možné aplikovať na rôzne skupiny užívateľov, s predpokladom rôznych výsledkov. Medzi nevýhody je možné zaradiť jeho dostupnosť v jednej verzii s určitou vzorkou obrazov pre konkrétnu skupinu respondentov. Prípadné pridanie ďalších obrazov by vyžadovalo ďalšie, už aj tak náročné testovanie. Celkovo je možné konštatovať, že *dotazníkové šetrenie je použiteľné pre vyčíslenie príslušnosti obrazu k mapám či infografikám, avšak zber a analýza dát sú časovo náročná, a jeho výsledky sú ovplyvnené skupinou a počtom respondentov*. Praktickú využiteľnosť nájde predovšetkým ako podporný výskum k exaktnej štúdiu.

## 6.2 Kvantitatívna analýza obsahu

Prístup *Quantitative Content Analysis (QCA)* – kvantitatívnej analýzy obsahu, podrobnejšie popísaný v kapitole 4.1.1, je primárne založený na definovaní kódov, ktorých výskyt je zachytávaný a následne ohodnotený pomocou bodov v definovanej škále.

Celkom bolo stanovených 20 párov kódov rozčlenených do štyroch tematických. Pridanou hodnotou štúdie okrem vytvorenia obsahovej tak i vizuálnej charakteristiky obrazu je vyčíslenie miery príslušnosti ku stanovenému kódu. Každý z kódov mohol byť ohodnotený na škále 0 až 1, čo zodpovedá určaniu príslušnosti medzi dvoma kategóriami kódu. Jednotlivé kódy v nastavených indikátoroch odpovedajú charakteristike daného elementu či vlastnosti tradičnému konceptu mapy (*kód 0*) a modernej infografike (*kód 1*).

Pri hodnotení sa určuje príslušnosť obrazu k danému kódu. Je možné priradiť hodnôt 0 v okamihu, keď obraz odpovedá *kódu 0* a hodnotu 1 v prípade, že obraz odpovedá popisu *kódu 1*. Pokiaľ nie je možné priradiť kód, napríklad z dôvodu chýbajúcej mapy či ilustrácií, nie je priradená žiadna hodnota *null/nevyskytuje sa*. Po dokončení hodnotenia je vytvorený súčet priradených kódov čím vznikne kvantitatívna charakteristika obrazu. Na základe stanovenej logiky je možné výsledky interpretovať tak, že maximálna hodnota indikátora (=5) odpovedá jeho ideálnemu prevedeniu. Hodnotený obraz tak bude kvantitatívne ohodnotený z pohľadu indikátorov opisujúcich *prepojenie vizuálneho štýlu, komplexnosť vizualizácie, vizuálnej prítlačlivosti a kartografického spracovania*, ktoré môžu dosahovať hodnoty v rámci intervalu (0, 5).

Prehľad indikátorov a kódov stanovených autorom práce špecificky pre testovanie metrikou QCA na použitie identifikácie infografiky prezentuje tabuľka 16.

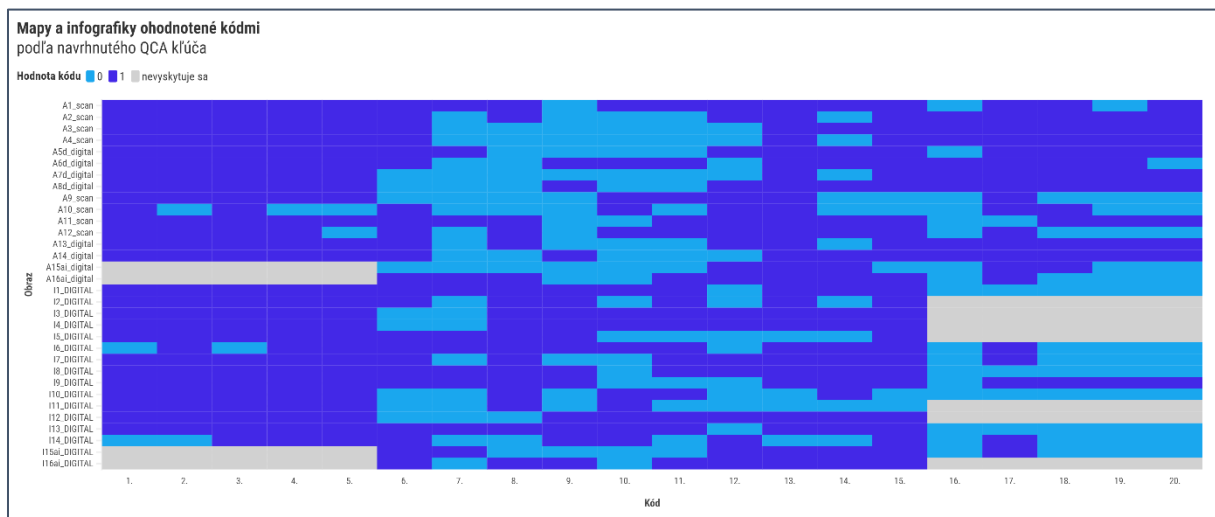
Tabuľka 16: Prehľad a popis kódov vstupujúcich ako podklad pre hodnotenie prostredníctvom metriky QCA

Prepojenie vizuálneho štýlu	
Indikátor hodnotí jednotnosť vizuálneho štýlu obrazu so zameraním na jeho elementy. Zhodnocuje sa prepojenosť jednotlivých elementov prostredníctvom farby, typografie a výtvarného štýlu. Infografika by mala mať jednotný vizuálny štýl a farebnú harmóniu, aby všetky elementy vytvárali súvislý celok. Typografia by mala byť konzistentná a ľahko čitateľná, aby bola celá infografika zrozumiteľná pre širokú škálu užívateľov. Uvedený indikátor je hodnotený podľa nižšie uvedených kódov.	
Kód 0	Kód 1
<b>Oddelený typografický štýl:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Písma v texte nie sú jednotné.</li> <li>Rovnaké prvky používajú rôzne typy písma.</li> </ul>	<b>Jednotný typografický štýl:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Rovnaké druhy písma sa používajú pre rovnaký typ prvkov.</li> <li>Jednotná a korešpondujúca typografia.</li> </ul>
<b>Nezávislé farby:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>2. Farby nekorešpondujú s témou a charakterom prvkov.</li> </ul>	<b>Prepojené farby:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Farby korešpondujú s témou a charakterom prvkov a dodržiavajú jednotnú farebnú paletu.</li> </ul>

3.	<b>Tematicky nezávislá grafiky:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ďalšie prvky ako obrázky, ilustrácie atď. nekorešpondujú s témou obrazu.</li> </ul>	<b>Tematicky prepojená grafika:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dodatočné prvky sú dobre zvolené a dopĺňajú ostatné prvky graficky aj tematicky.</li> </ul>
4.	<b>Náhodné zarovnanie:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zarovnanie prvkov nemá žiadne pravidlo alebo logiku.</li> </ul>	<b>Logické zarovnanie:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zarovnanie prvkov je založené na ich priestorovej polohe, ráme alebo obsahu vzhľadom na seba.</li> </ul>
5.	<b>Nezávislé elementy:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Väčšina prvkov nie je tematicky prepojená medzi sebou.</li> </ul>	<b>Prepojené elementy:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Väčšina prvkov je tematicky prepojená a dopĺňa sa navzájom.</li> </ul>
<b>Komplexnosť vizualizácie</b> Indikátor hodnotí, s akou variabilitou sú rozložené vizualizované dáta medzi použité elementy. Zhodnocuje sa pestrosť použitia rôznych druhov prvkov v obrazoch. Infografika by mala byť graficky bohatá, ale zároveň udržiavať rovnomerné využitie jednotlivých vizuálnych elementov, aby sa nezameriavala výlučne na jeden element. Tie by sa mali navzájom dopĺňať.		
<b>Kód 0</b>		<b>Kód 1</b>
6.	<b>Nízke množstvo elementov:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Obraz obsahuje maximálne tri elementy.</li> </ul>	<b>Vyššie množstvo elementov:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Obraz obsahuje viac ako tri elementov.</li> </ul>
7.	<b>Nízky počet druhov elementov:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Obraz obsahuje maximálne tri druhy elementov.</li> </ul>	<b>Vyšší počet druhov elementov:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Obraz obsahuje viac ako tri druhy elementov.</li> </ul>
8.	<b>Jeden dominantný element:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hlavný element je ľahko identifikovateľný a dominantný v obraze</li> </ul>	<b>Zdieľaná dominancia elementov:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nie je možné jednoznačne identifikovať hlavný prvok v rozložení.</li> </ul>
9.	<b>Vizuálne nejasné téma:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Z grafiky nie je možné jednoznačne identifikovať tému obrazu bez znalosti obsahu.</li> </ul>	<b>Vizuálne zrozumiteľné téma:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Na základe grafiky je možné identifikovať tému obrazu.</li> </ul>
10.	<b>Detailná kompozície:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementy sú veľmi detailné z grafického aj tematického hľadiska.</li> </ul>	<b>Nižší detail kompozície:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Obraz používa zovšeobecnené prvky obsahujúce základné charakteristiky.</li> </ul>
<b>Vizuálna príťažlivosť</b> Indikátor popisuje, ako účinne dokáže obraz zaujať pozornosť diváka. Hodnotia sa grafické efekty, výtvarné štýly, použité farby a grafické elementy, ktoré tvoria obraz atraktívnejším a zaujímavejším. Infografika by mala byť vizuálne pôsobivá a mala by mať schopnosť priťahovať pozornosť a zaujímať čitateľa bez toho, aby dopredu vedel, čo presne popisuje.		
<b>Kód 0</b>		<b>Kód 1</b>
11.	<b>Klasické/tradičné vizualizačné metódy:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Štýl elementov je v klasickom alebo základnom, nijak špeciálne pôsobiacom štýle.</li> </ul>	<b>Inovatívne/moderné vizualizačné metódy:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inovatívny a moderný dizajn prvkov rešpektujúci súčasné trendy.</li> </ul>
12.	<b>Rovnomerné grafické vyjadrenie elementov:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rovnomerne zobrazuje všetky jednotlivé témy bez grafickej nadradenosti.</li> </ul>	<b>Grafické zvýraznenie vybraných elementov:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vizualizácia zdôrazňuje konkrétnu tému/jav a potlačuje ostatné.</li> </ul>
13.	<b>Orientované na text:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Textová zložka prevláda nad grafickou.</li> </ul>	<b>Orientované na ilustrácie:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Využívanie predovšetkým ilustračnej zložky nad textovou.</li> </ul>
14.	<b>Minimálny kontrast:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Využitie minimálneho kontrastu medzi jednotlivými typmi údajov alebo atribútmi.</li> </ul>	<b>Maximálny kontrast:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zvýrazňovanie rozdielu medzi hodnotami alebo atribútmi svojím grafickým prevedením.</li> </ul>
15.	<b>Nízka farebnosť obrazu:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Obraz sa vyznačuje použitím obmedzenej palety farieb a konzervatívnych farebných paliet.</li> </ul>	<b>Vyššia farebnosť obrazu:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Obraz i všetky elementy sa vyznačujú vysokou farebnosťou s využitím moderných farebných paliet.</li> </ul>
<b>Kartografické spracovanie</b> Indikátor hodnotí kartografické spracovanie, bohatosť a zameranie daného obrazu prezentujúceho priestorové informácie. Tento indikátor posudzuje, do akej miery je obraz interpretuje a zobrazuje geografické údaje, ako aj akú mieru komplexnosti, detailov a účelnosti prináša v prezentácii týchto informácií.		
<b>Kód 0</b>		<b>Kód 1</b>
16.	<b>Jedna mapa:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Používa sa jedna mapa.</li> </ul>	<b>Séria máp:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Je použitých viacero máp.</li> </ul>
17.	<b>Dominantné elementy okolo mapy:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapa nie je umiestnená v optickom centre vizualizácie a nie je v obraze dominantná.</li> </ul>	<b>Dominantná mapa:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapa je v optickom centre vizualizácie a je v obraze najdominantnejšia.</li> </ul>
18.	<b>Ne-kartografický štýl:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapa nevyužíva klasické kartografické metódy a využíva ilustračné znázornenie priestorových informácií.</li> </ul>	<b>Kartografický štýl:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapa využíva klasické kartografické metódy a dodržiava kartografické pravidlá.</li> </ul>
19.	<b>Nízka kartografická správnosť:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapa prevažne nezohľadňuje základné kartografické pravidlá a chýbajú jej základné kompozičné prvky.</li> </ul>	<b>Vysoká kartografická správnosť:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapa je prevažne kartograficky správna.</li> </ul>
20.	<b>Zjednodušená mapa:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapa je vysoko generalizovaná alebo schematizovaná.</li> </ul>	<b>Detailná mapa:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapa nepodlieha vysokej miere generalizácie.</li> </ul>

Do hodnotenia vstupovala opäť vyčlenená vzorka 16 máp a 16 infografík, pričom k potrebám jednoduchšieho záznamu údajov bol vytvorený protokol (vid' <https://bit.ly/QCA-odpovede>), pripravený v *MS Excel*. Samotné priradovanie kódov vykonával autor samostatne len za pomoci obrazového prehliadača *InfranView*, kde boli jednotlivé vzorky zobrazené. Po vizuálnom zhodnotení daného kódu bola príslušná hodnota zaznačená do pripraveného protokolu.

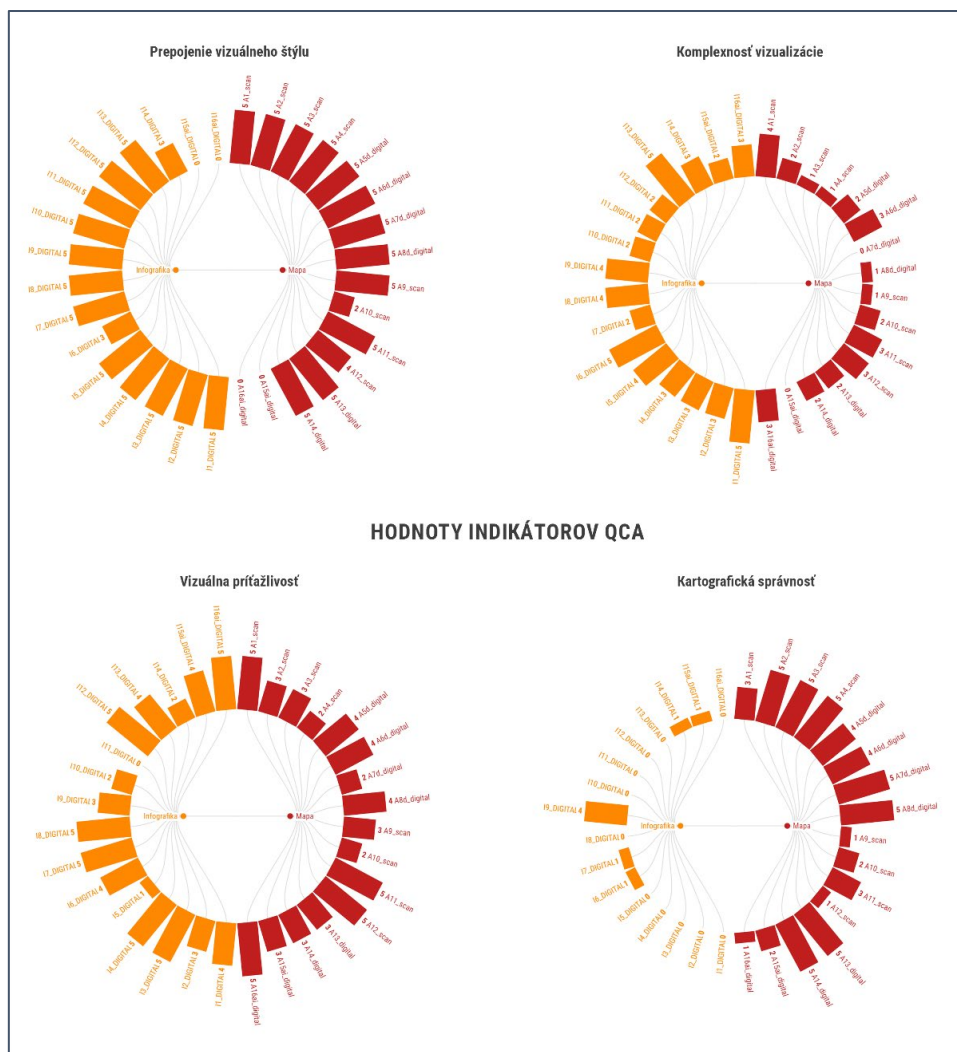
Ohodnotenú vzorku máp kódmi predstavuje obrázok 27, ktorého interaktívna verzia je dostupná <https://bit.ly/QCA-odpovede-2>. Vzorka obrazov dosiahla 95% úspešnosť pridelenia kódu 1 v rámci indikátora *prepojenie vizuálneho štýlu*, po eliminácii máp a infografík vygenerovaných umelou inteligenciou, kde kvôli výraznej deformácii elementov nemohlo byť hodnotenie uskutočnené. Najväčšie variabilita rôznych kódov dosahovali obrázky v rámci indikátora *komplexnosť vizualizácie*, kde nadpolovičná väčšina mapových obrazov dosiahla kód 0. Kódy 0 indikátoru zodpovedajú tradičnému konceptu máp, kde je dominantným elementom mapové pole, ktoré je doplnené o nastavbové kompozičné prvky, ktoré sú jeho dominanciou potlačené. Opačný prípad môžeme sledovať v indikátore *kartografická správnosť*, kde naopak 70 % máp väčšinou napĺňa vhodné kartografické spracovanie. Infografiky v tomto indikátore nedosiahli ani v jednom prípade plnú kartografickú správnosť a sedem vzorových obrazov ani mapu neobsahovalo.



Obrázok 27: kódmi ohodnotenú vzorovú mapu a atlas. Interaktívna verzia dostupná na <https://bit.ly/QCA-odpovede-2>

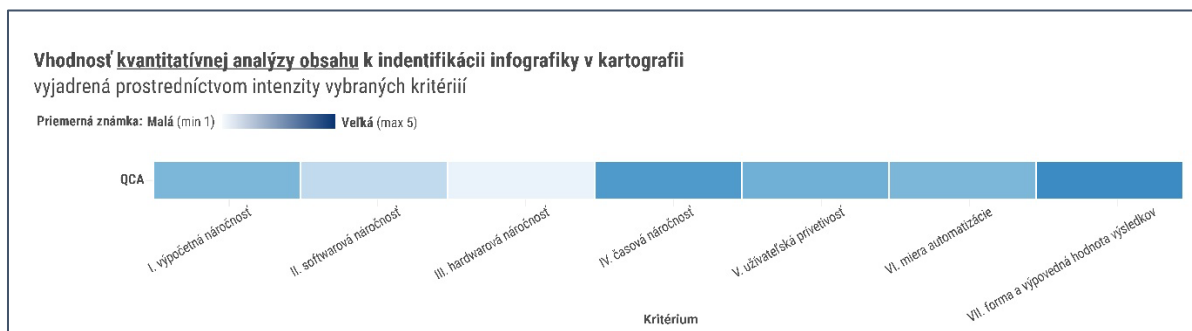
Súhrnné skóre navrhnutých indikátorov vizuálne ilustruje obrázok 28, kde je možné prostredníctvom vypočítaných súčtov vidieť rozdielnosť medzi mapami a infografikami predovšetkým v rámci indikátora *komplexnosť vizualizácie* a *kartografická správnosť*. Ostatné indikátory sú svojimi dosiahnutými hodnotami vyrovnané.

Použitie metrického prístupu QCA je veľmi závislé na navrhnutých kódoch, ktoré špecificky pre infografiku nie sú navrhnuté. V rámci kódovania máp je možné vychádzať z prístupu Muehlenhaus (2011b a 2012), ktorý je však špecificky zameraný na propagandistické kartografické produkty. Metriku je možné upravovať na základe vlastných kritérií. Praktické hodnotenie je veľmi subjektívne zaťažené hodnotiteľom, ktorý ma základe svojich skúseností a znalostí priraduje kódy. Pri využití metriky v rámci hodnotenia širšej skupiny respondentov je nutný detailný popis každého kódu. Subjektivita a spolu s časovou náročnosťou vykonania kódovania a následného je najväčšou slabinou QCA.



Obrázok 28: Hodnoty navrhnutých QCA indikátorov pre jednotlivé obrazy.  
 Interaktívna verzia dostupná na <https://bit.ly/QCA-odpovede-3>

Výsledky *užívateľského testovania* preukázali, že QCA je hodnotené ako metóda so subjektívnymi výstupmi, závislá na odborných znalostiach a jasnom vysvetlení kódov. Napriek tomu poskytuje komplexné hodnotenie, ktoré umožňuje podrobnú analýzu obrazu. Niektorí respondenti považujú túto metódu za zložitú a neprehľadnú. *Metóda je vhodná na poskytnutie komplexných informácií o hodnotenom obraze, pričom vylepší jeho interpretáciu, avšak k hodnoteniu vyžaduje odborné znalosti a jasnú špecifikáciu kódov.* Užívateľské hodnotenie z pohľadu stanovených kritérií prináša obrázok 29.



Obrázok 29: Užívateľské hodnotenie kvantitatívnej analýzy obsahu prostredníctvom stanovených kritérií

Aplikácia *kvalitatívnej analýzy obsahu (QCA)* pri hodnotení infografiky v kontexte kartografie preukázala obmedzenú použiteľnosť po vykonanom testovaní. Táto metodológia a prislúchajúce kódy môžu slúžiť predovšetkým ako popisná metrika obrazu, ktorá zhromažďuje a sumarizuje charakteristiky daného obrazu na základe určených kódov. Avšak, tieto indikátory *len hrubo rozlíšia mapu od infografiky* a poskytujú len obmedzený popis infografického štýlu v mapách prostredníctvom kódov typických pre infografiku. *Vzhľadom na vysokú časovú náročnosť aplikácie tejto metódy, ťažko dosiahnuteľnú automatizáciu a nízke informatívne výsledky, QCA nie je optimálnou metódou na identifikáciu infografiky v kartografii.* Vhodnou optimalizáciou a vytvorením reprezentatívnych a celkovo optimalizovaných kódov dokáže vhodne popisovať obsah obrazov.

### 6.3 Vizuálne zhrnutie

Princíp *vizuálneho zhrnutia (visual summary)* je metodológia, ktorá sa zameriava na vytváranie súhrnných a prehľadných vizuálnych reprezentácií komplexných a rozsiahlych informácií. Jeho hlavným zámerom je poskytnúť užívateľom rýchly a efektívny prehľad kľúčových aspektov informácií, čím im umožní lepšie porozumieť a interpretovať obsah.

Manson a kol. (2015) úspešne uplatnili prístup vizuálneho zhrnutia pri vizualizácii neistoty vo vedeckých článkoch. Na základe stanovených domén vytvorili vizuálne súhrny, ktoré schematicky opisovali ich obsah. Takto vytvorené vizuálne súhrny poskytli kompaktné a ľahko pochopiteľné zobrazenie kľúčových informácií o neistote v dátach, čím umožnili rýchle pochopenie a identifikáciu relevantných faktov obsiahnutých v danom článku.

Metóda vizuálneho zhrnutia, ako uvádzajú aj ďalšie vedecké práce (vid' kapitola 4.1.1), je vhodná pre oblasti, kde je potrebné efektívne sumarizovať a graficky zobrazit' obsah v predom definovaných oblastiach záujmu. Tento prístup sa uplatňuje pri tvorbe prehľadných vizuálnych súhrnov vedeckých prác, prezentácií a aj pri tvorbe máp, infografík a iných grafických materiálov. Jeho hlavnou funkciou je rýchle zhrnutie hodnoteného materiálu pomocou špecificky navrhnutého afinneho diagramu.

Pre potreby testovania vizuálneho zhrnutia na referenčnej sade máp a infografík bola definovaná jedna doména zameraná na grafické spracovanie obsahu obrazov, ktorým sa táto práca predovšetkým zaoberá. Doména sa delí na dve subdomény, ktoré reflektujú vizuálny podpis mapy a infografiky. *Mapová subdoména* vychádza čiastočne zo základných kompozičných prvkov mapového diela podľa Voženílek (2011), ktoré sú zastúpené v oblastiach vizuálneho zhrnutia. Tiráž a názov nie sú v oblastiach zahrnuté, pretože sú spoločné jak pre mapy a infografiky a výrazne tieto obrazy od seba neodlišujú. *Infografická subdoména* obsahuje oblasti typicky špecifické pre infografiky, ako sú ilustrácie, dátové vizualizácie či rôzne formy textu. Pretože sa tieto elementy môžu vyskytovať aj v mapách, v rámci podoblastí sú navrhnuté upresňujúce kritéria výberu ako napr. identifikácia využitia ilustrácií (pozadie vs. aktívny vysvetľujúci element), klasická alebo moderná vizualizácia dát v podobe piktochart, prípadne vizuálna štruktúrovanosť textu. Podobnejší popis obsahuje tabuľka 17. Subdomény a oblasti sú navrhnuté tak, aby dokázali opísať podstatu mapového či infografického obrazu s minimálnym zásahom subjektívneho hodnotenia hodnotiteľom.



Tabuľka 17: Popis domén, subdomén a oblastí identifikovaných v obrazoch prostredníctvom prístupu vizuálneho zhrnutia

Doména	Subdoména	Oblasť	Popis
Grafické spracovanie	Mapová	Mapa	Identifikuje prítomnosť mapy a jej prevedenie v podrobnej, zjednodušenej alebo schematickej podobe.
		Mierka mapy	Použitie mierky mapy v prípade jej prítomnosti.
		Legenda	Klasické alebo netradičné spracovanie legendy mapy.
	Infografická	Ilustrácia	Poukazuje na prítomnosť ilustrácií a obrázkov prepojených s prezentáciou témy alebo doplnkovej grafiky ilustratívneho charakteru.
		Dátové vizualizácia	Grafy, diagramy, schémy v klasickej podobe či vysoko ilustratívne vo forme piktochart.
		Text	Text spracovaný jednoduchou formou alebo štruktúrovaný - vizuálne zvýraznený.



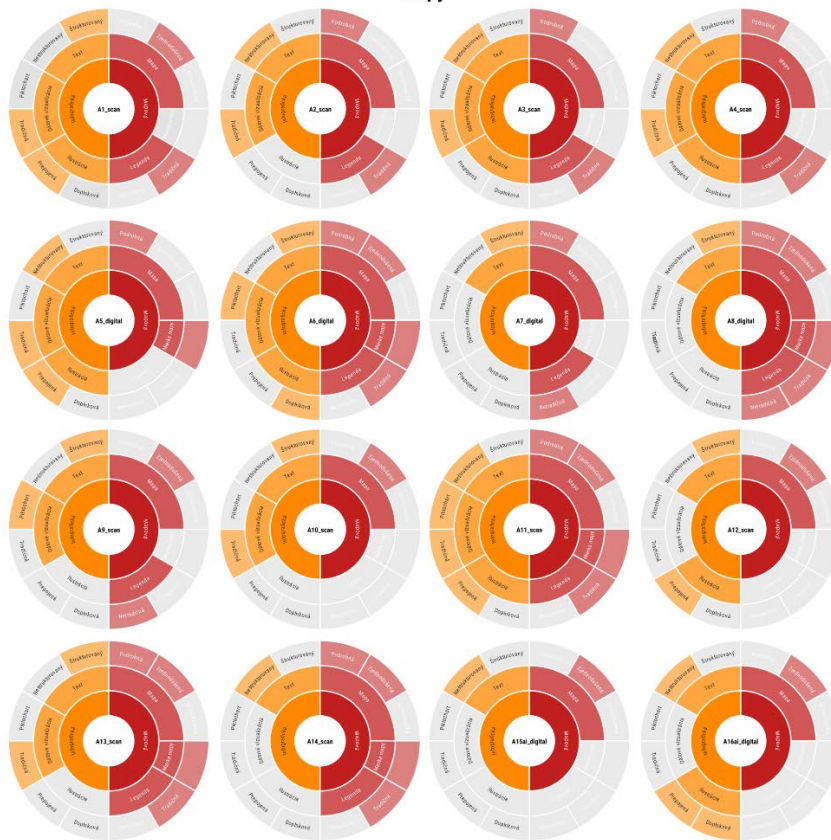
Obrázok 30: navrhnutý diagram vizuálneho zhrnutia použitý pri hodnotení vzorky obrazov

Samotné hodnotenie prebieha vizuálnou identifikáciou zmiených oblastí v hodnotenom obraze v rámci navrhnutých subdomén. Pokiaľ je jeho existencia potvrdená, je farebne vyznačený do navrhnutého diagramu zobrazeného na obrázku 30. Ten prostredníctvom dvoch farieb priraduje danú oblasť k subdoméne, čím následne dopomôže svojou vizuálnou charakteristikou k infografickému či mapovému zloženiu z pohľadu vyskytujúcich sa elementov. Pokiaľ sa niektorá z oblastí na hodnotenom obraze nevyskytuje, príslušná časť afinného diagramu je vyjadrená šedou farbou.

Aplikácia metódy odpovedá svojmu názvu – prostredníctvom vizuálneho prieskumu hodnoteného obrazu sa značí výskyt alebo absencia predom definovaných oblastí v obraze, prípadne ich charakteristika, pokiaľ je uvedená. Následný výskyt je zaznačený vždy do rovnakého konceptu afinneho diagramu. Tým je zaručená porovnateľnosť všetkých obrazov vstupujúcich do hodnotenia, pretože vizuálne zhrnutie vždy identifikuje len výskyt alebo absenciu predom definovaných subdomén. Vytvorí sa tak vizuálny podpis obrazu vysoko závislý práve na zmienených doménach, ktoré definuje sám hodnotiteľ.

Testovanie metriky bolo prevádzané na vzorke definovaných obrazov autorom práce s použitím softwaru GIMP, ktorý bol využitý jak k návrhu a tvorbe afinneho diagramu a grafickému znázorneniu vyznačujúce prítomnosť navrhnutých oblastí v obraze. Výsledky hodnotenia s vizuálnym zhrnutím vzorky obrazov prezentuje obrázok 31 v rámci kategórií máp i infografik.

### Mapy



### Infografiky

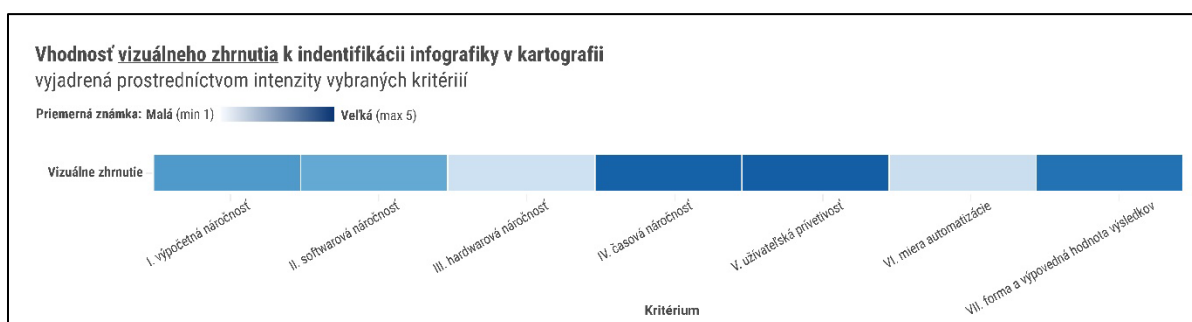


Obrázok 31: Vizuálne zhrnutie vzorky máp a infografík

Afinne diagramy vizuálneho zhrnutia jednoznačne identifikujú predovšetkým infografickú kategóriu obrazov svojou väčšinou príslušnosťou do subdomény infografika vyznačenou oranžovou farbou. Oblasti z mapovej subdomény sa vyskytujú u infografík u polovice obrazov, predovšetkým vo forme zjednodušenej mapy.

U mapových obrazov je vizuálne znázornenie subdomén vyrovnannejšie. Z takto nastaveného hodnotenia je zreteľné, že obrazy zaradené medzi mapy v 100 % prípadov obsahujú niektorú oblasť z mapovej subdomény i tej infografickej. Zaujímavým poznatkom napríklad je, že len v štyroch mapách sa vyskytovala mierka mapy, ktorá patrí medzi základné kompozičné prvky mapy nutné k ich korektnej interpretácii.

Z pohľadu užívateľského testovania, metóda je vnímaná ako jednoduchý a prehľadný spôsob hodnotenia s potenciálom ilustratívneho zobrazenia obsahu obrazu, využiteľného predovšetkým na popularizačné a popisné účely. Niektorí respondenti poukazujú na jej obmedzenú výpovednú hodnotu a subjektívny charakter výsledkov, čo môže znižuje jej objektivnosť. Metóda je vhodná napríklad na sledovanie trendov ale kvôli nutnosti manuálneho vymedzovania i časovo náročná. Obrázok 32 prezentuje vizuálne zhrnutie pohľadom vyčlenených kritérií.



Obrázok 32: Užívateľské hodnotenie vizuálneho zhrnutia prostredníctvom stanovených kritérií

Celkovo je možné konštatovať, že metóda vizuálneho zhrnutia, aplikovaná vo forme jednoduchej popisnej škály, slúži k deskripcii obrazov z hľadiska predom definovanej škály. Jej účinnosť je výrazne ovplyvnená stanovenými doménami, subdoménami a oblasťami, ktoré sú priradené hodnotiteľom. *Bez dôkladnej optimalizácie a adekvátneho nastavenia vstupných domén a ich objektívnej identifikácie* v hodnotených obrazoch sa však táto metóda stáva náchylnou k vysokému stupňu subjektivity zo strany autora. *V kontexte hodnotenia obrazov v oblasti infografiky a máp neexistujú štandardizované domény s presne špecifikovanými prvkami, ktoré by mali byť považované za ich reprezentáciu.* Použitie metódy vizuálneho zhrnutia v tejto problematike preto vyžaduje presné vymedzenie definícií a jasných stavebných komponentov infografiky, ktoré by mohli byť identifikované v obraze. Vo výsledku ale môže prinesť pútavé a názorné spracovanie obsahu obrazov v unifikovanej podobe.

## 6.4 Machine learning

Za vhodné riešenie využitia praktickej aplikácie metód *machine learning* sa javí aplikácia natrénovaných neurónových sietí na obrazových materiáloch. Jedná sa o biologicky inšpirovaný algoritmus, ktorý po vzore z činnosti ľudského mozgu dokáže prenášať, spracovávať a uchovávať informácie, čím nadefinuje matematický model neurónovej siete. Vďaka možnosti učenia na základe danej tréningovej sady dát dokáže produkovať presnejšie výsledky oproti klasickým algoritmom (Petr, 2014).

Vhodným prístupom k hodnotení obrazov s využitím natrénovaných neurónových sietí sa dlhodobo zaoberá Dobešová (2019, 2020 a 2022) so zameraním predovšetkým na podobnosť máp. Podrobnejšie sa problematikou vizuálnej podobnosti obrazov riešil vo svojej práci Janoušek (2019) aj Sadílek (2021),

ktorý rozvil problematiku aj do podoby identifikácie podobnosti obsahu máp. Uvedené štúdie spoločne dominantne využívali software *Orange* s doplnkom *Image Analytics*, v ktorom sú natrénované neurónové siete implementované.

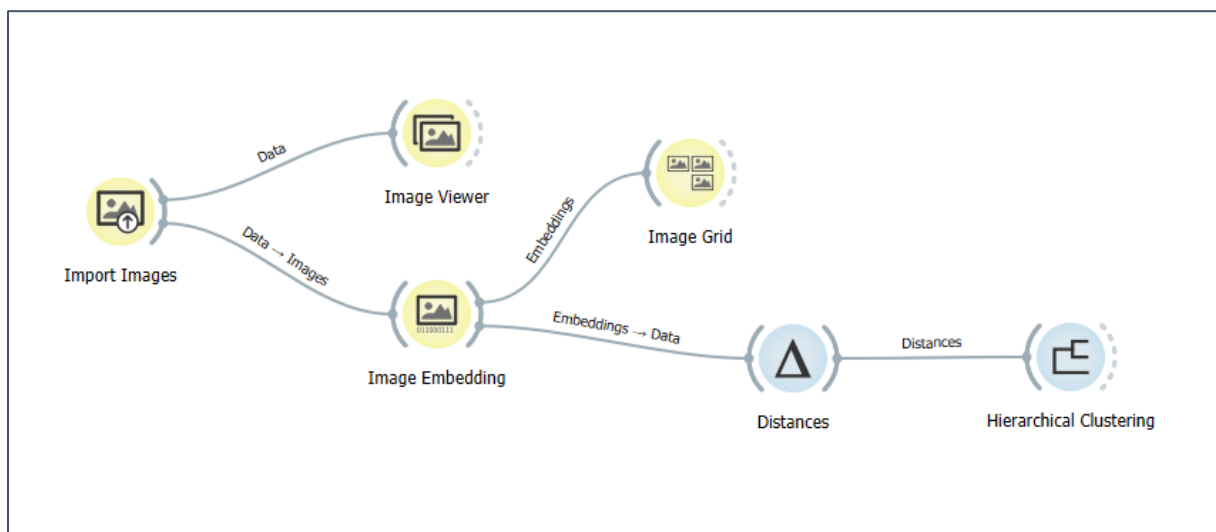
Software *Orange* je open-source machine learning software určený predovšetkým na data mining, ktorý prostredníctvom vizuálneho programovacieho jazyka umožňuje jednoduchý návrh analytických procesov (tzv. workflow) a následnú interaktívnu dátovú analýzu (Orange Data Mining, 2021). Doplnok *Image Analytics* zjednodušuje načítanie obrázkov do prostredia a pomocou vloženia na základe hlbokých neurónových sietí umožňuje ich analýzu. Obrázky sú reprezentované prostredníctvom feature vektorov, ktoré umožňujú využitie nástrojov *Orange* pre zhľukovanie, klasifikáciu alebo akýkoľvek iný druh analýzy založenej na podobnosti (Dobešová, 2022).

Pre potreby testovania mapových a infografických obrazov prostredníctvom boli navrhnuté dva testy, ktoré prostredie *Orange* s doplnkom *Image Analytics* umožňujú – *podobnosť obrazov* a *klasifikácia obrazov*.

### Podobnosť obrazov

V rámci prípadovej štúdie sa overuje, či je možné pomocou nastaveného workflow v softwari *Orange* identifikovať podobnosť mapových a infografických obrazov zo zostavenej reprezentatívnej vzorky.

K prevedeniu hierarchického zhľukovania obrazov na základe klasifikácie pomocou vybranej natrénovanej neurónovej siete je potrebné vytvoriť odpovedajúci workflow, ktorý definuje postup interaktívnej analýzy (viď obrázok 33).



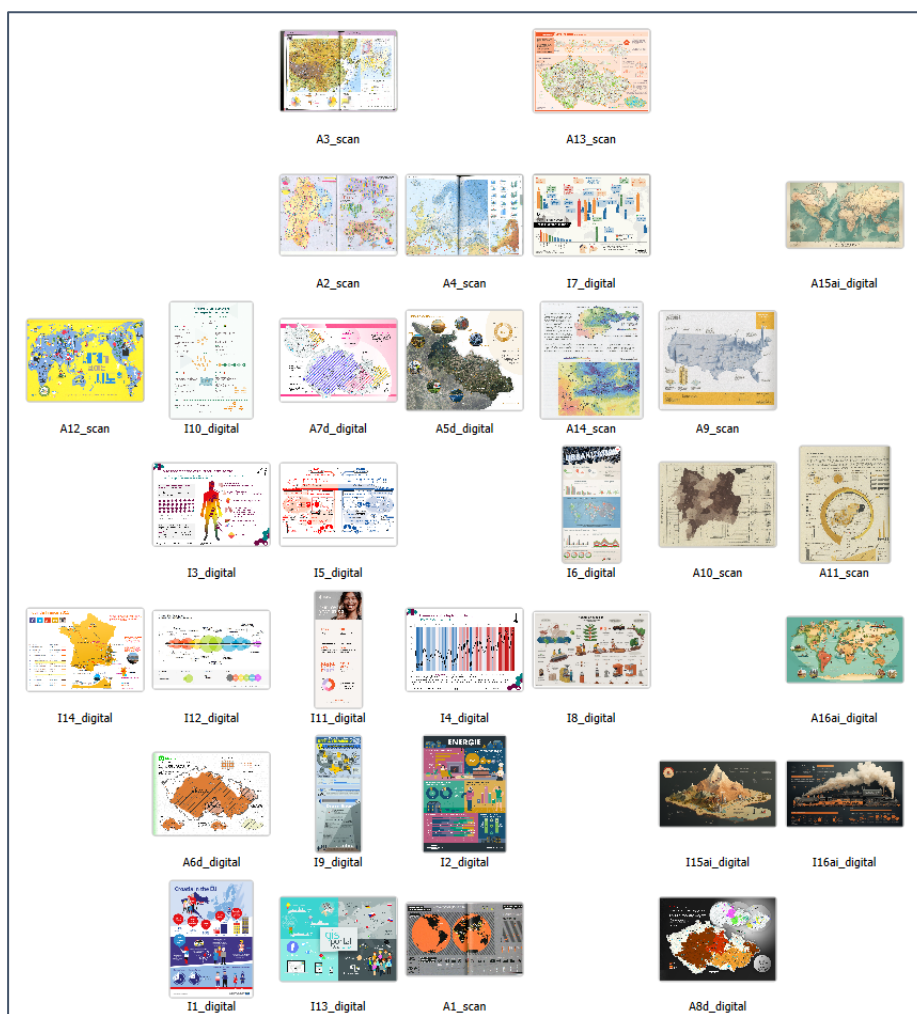
Obrázok 33: Workflow zostavený k hierarchickému zhľukovaniu obrazov v softwari *Orange*

Po napojení vstupného kategorizovaného adresára s obrazmi je nevyhnutným krokom vybrať vhodnú natrénovanú neurónovú sieť reprezentovanú uzlom *Image Embedding*. Celkom je k dispozícii sedem natrénovaných neurónových sietí: *SqueezeNet*, *Inception v3*, *VGG-16*, *VGG-19*, *Painters*, *DeepLoc*, *openface*. Siete sú tréované prevažne za určitým účelom na vybranej databanke obrazov. Databanka s mapami ani infografikami obsiahnutá v balíčku nie je. Podľa doporučení Dobešovej (2022) a Sadílka (2021) sa za najvhodnejšie považuje pre hodnotenie máp sieť *Painters*, ktorá je natrénovaná na viac než 71 tis. dielach svetových maliarov a dobre popisuje feature vektorom vstupujúce obrázky.



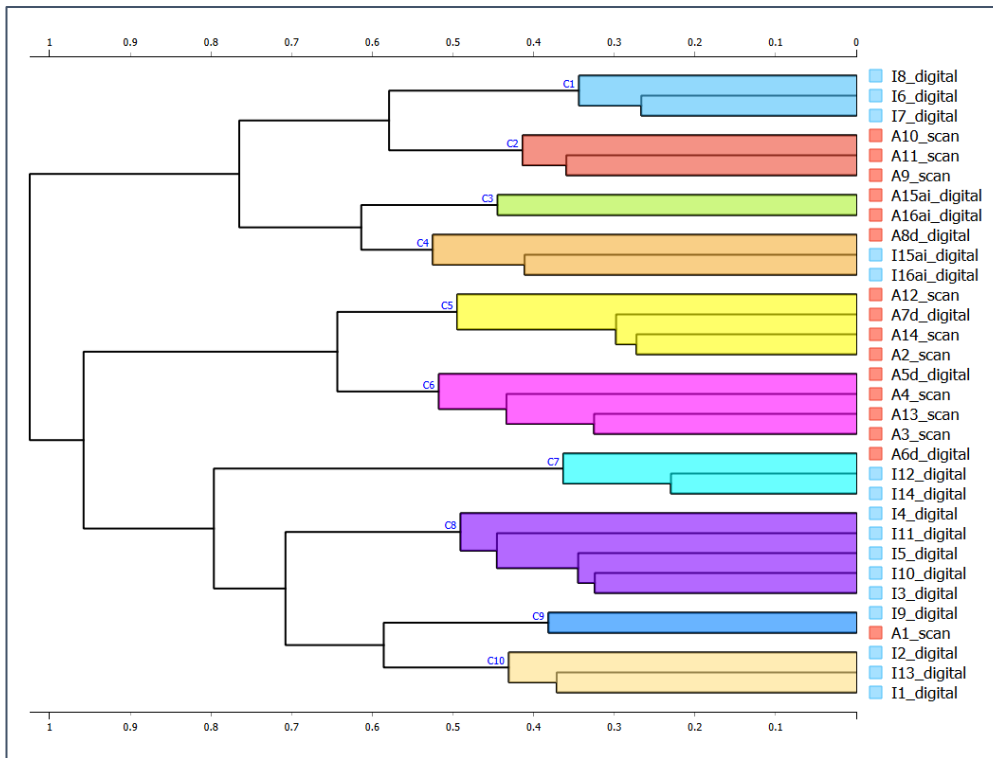
*Image Grid* a *Hierarchical Clustering* vizuálne prezentujú výsledky. Výsledok v matici *Image Grid* zobrazený na obrázku 34 vyjadruje, že metóda nebola schopná jednoznačne identifikovať zhľady podobných obrazov. Existujúce minimalistické zhľady reprezentované blízkosťou a umiestnením obrazov sú vytvorené na základe vizuálnej podobnosti obrazov a nerešpektujú ich obsahové zloženie.

Metódu výrazne spresňuje využitie uzlu *Distance* s použitím vzdialenosti *Cosine*, pretože sa jedná o vysoko rozličné vstupné hodnoty. Uzol *Hierarchical Clustering* následne generuje podrobnejšie vizuálne vyjadrenie klastrov prostredníctvom dendrogramu (pozn. s využitím Wardova prepojenie) na obrázku 35. Po podrobnom preskúmaní je možné identifikovať vizuálne i čiastočne obsahovo podobné klastre (príkladom *C1*, *C9* alebo *C10*), ktoré svojou formou spracovania sú vysoko podobné. Výborne bol vytvorený klaster *C3*, ktorý identifikoval dve rozdielne mapy vytvorené pomocou umelej inteligencie. Naopak odlišnými obrazmi v jednom klasteri z pohľadu obsahu je zoskupenie *C4* a *C7*, ktoré kombinuje obrazy vyložené iba na základe ich vizuálnej podobnosti.



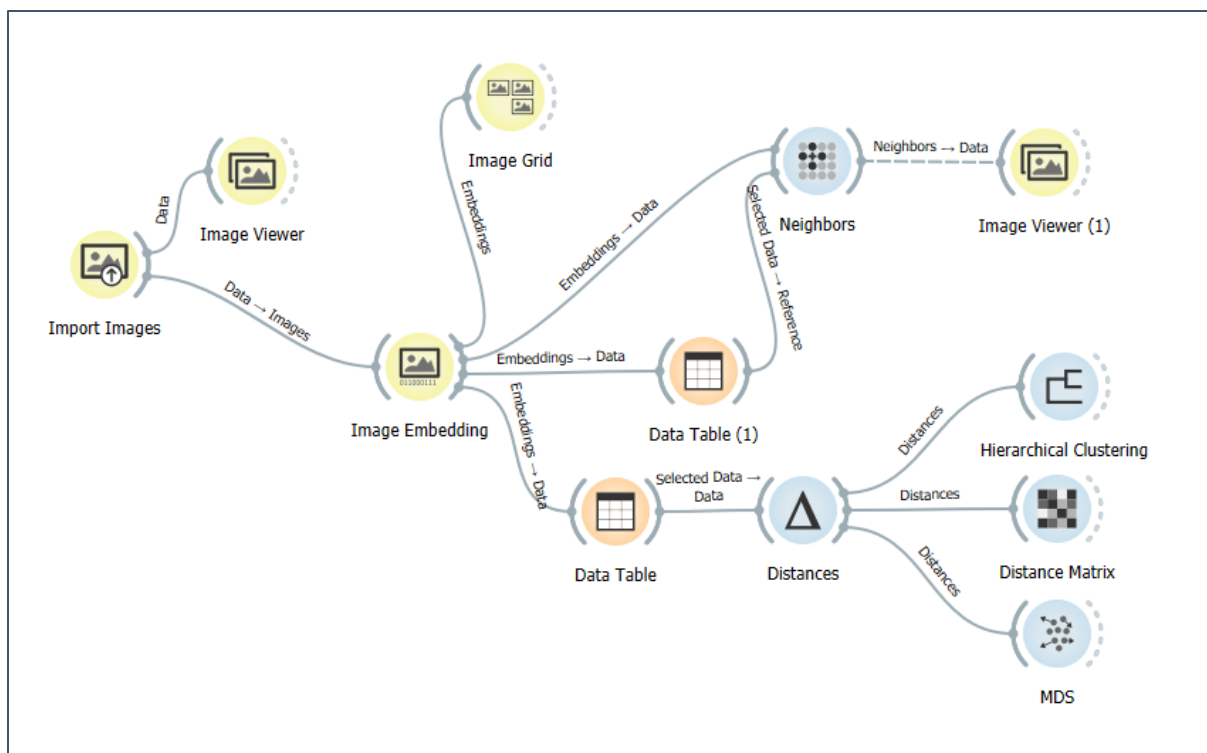
Obrázok 34: Výsledok zhľukovania na základe v matici *Image Grid*





Obrázok 35: Hierarchické zhlukovanie vzorových máp a infografík

K individuálnemu vyhľadaniu podobných obrazov je možné využiť úpravu workflow s pridaním uzlov *Neighbors* a *Data*, kde uzol *Neighbors* vyberie najpodobnejšie ohodnotenú obrázy tomu, ktorý je manuálne vybraný v uzli *Data*. Uživateľsky je možné nastaviť, koľko podobných obrazov sa následne zobrazí v uzli *Image Viewer*. Pôvodný workflow je taktiež možné rozšíriť napríklad technikou redukcie multidimenzionalizy (MDS), ktorá rozdeľuje obrázy do 2D priestoru podľa ich pravdepodobnostného rozdelenia a podobnosti. Taktiež je možné využiť aj vzdialenostnú mriežku zobrazujúcu vzájomnú podobnosť/rozdielnosť obrazov v tabuľke (Dobešová, 2022). Rozvinutý workflow prezentuje obrázok 36. Ich interpretácia je z pohľadu využiteľnosti veľmi zložitá.



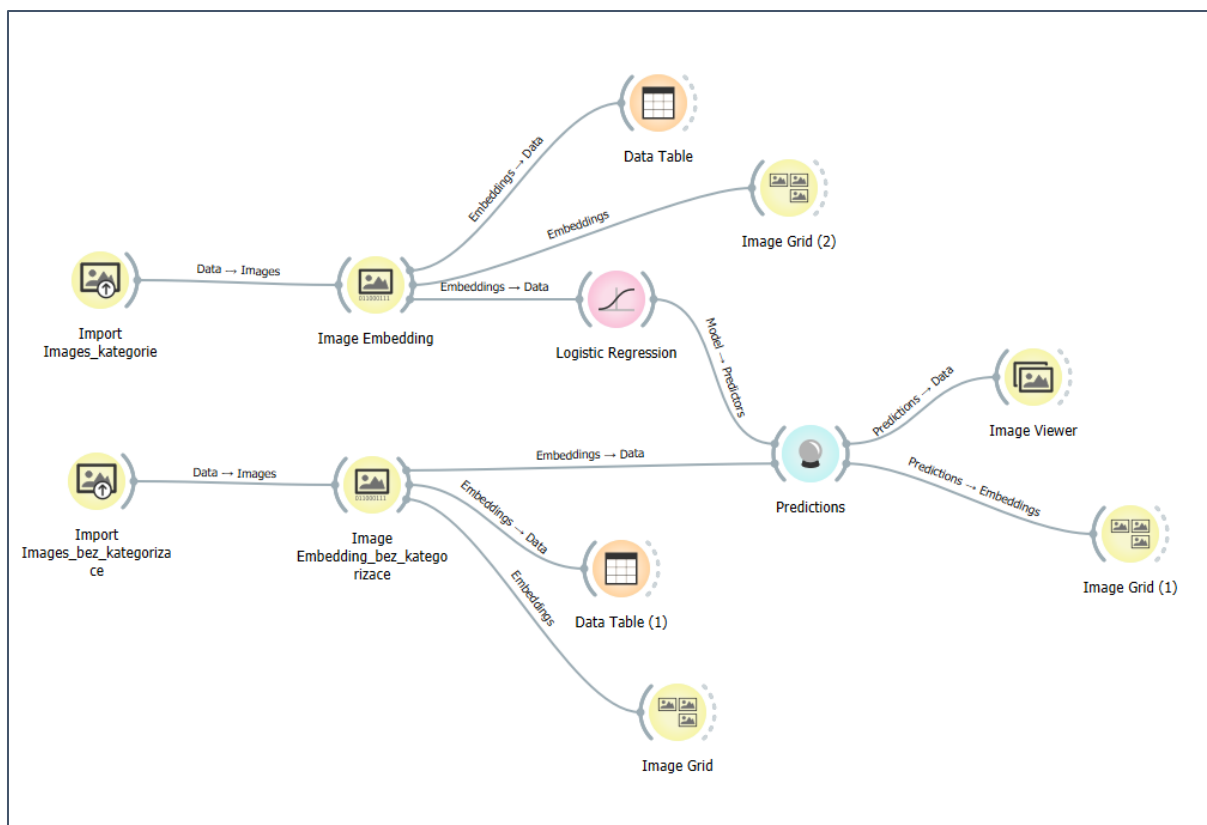
Obrázok 36: Rozšírený workflow popisujúci podobnosť vstupných obrazov v rámci rôznych výstupov

## Klasifikácia obrazov

Na základe veľmi dobrých skúseností s predikciou klasifikácie máp v rámci štúdie Dobešové (2019) a Sadílka (2021) si prípadová štúdia kládla za cieľ overiť možnosti klasifikácie obrazu do kategórie máp a infografík.

Klasifikácia obrazov si vyžaduje obširnejšiu tréningovú množinu vstupných dát, než je v práci využívaná vzorka 32 obrazov, ktoré by mali slúžiť ako objekty k zaradeniu. Z tohto dôvodu bola z voľne dostupných zdrojov vytvorená vzorka 25 infografík odpovedajúcich definícii a grafickému stvárneniu typickej infografiky a 25 máp z existujúcich tematických atlasov, ktoré boli kategoricky rozlíšené na mapy a infografiky. Týchto 50 máp (viď <https://bit.ly/orange-maps>) vstupovalo ako tréningová množina obrazov využitá k logistickej regresii pre určenie kategórie testovanej vzorky 32 obrazov.

Vytvorený workflow (viď obrázok 37) využíva dve samostatné vetve, pričom jedna využíva tréningovú množinu a jedna množinu 32 obrazových vzorov. Tréningová množina vstupuje po klasifikácii neurónovou sieťou *Painters* do uzla *Logistická regresia* a prepojuje ju s množinou testovacích obrazov v rámci uzla *Predictions*.



Obrázok 37: Workflow klasifikácie obrazu na základe tréningovej množiny. Výsledok je dostupný v rámci Image Viewer v grafickej podobe a v uzly Predictions v tabelárnej podobe

Práve uzol *Predictions* vykoná klasifikáciu na základe získaných ohodnotených klastrov a prostredníctvom *Image Viewer* prezentuje predpokladanú kategóriu vzorového obrazu. Obrázok 38 prezentuje získané výsledky, kde numerickou hodnotou je znázornené pomerná pravdepodobnosť zaradenia konkrétneho obrazu do kategórie máp alebo infografík. Konkrétny výsledok je následne vizuálne zobrazený s priradenou kategóriou v pravej časti obrázku.

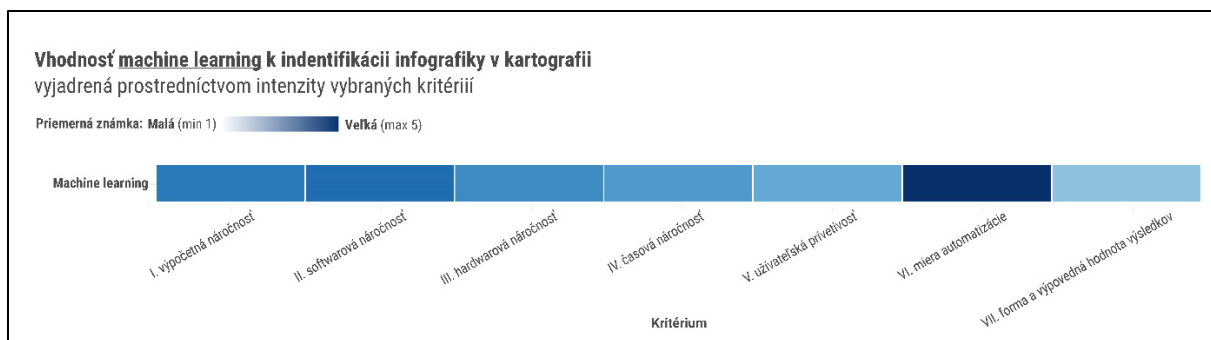
U štyroch obrazov *I3*, *I5*, *I6*, a *I16ai* bola jednoznačne určená neprávna kategória mapy, nakoľko dané obrazy element mapa ani neobsahujú. Obraz *A1*, aj keď spĺňa náležitosti moderne spracovanej mapy, bol zaradený vzhľadom na svoje grafické spracovanie pomerne jednoznačne do kategórie infografiky. U obrazov *I8* a *A12* je z hľadiska toto zaradenie nejasné, nakoľko svojím vizuálnym prevedením stoja niekde na pomedzí. Pomerne jednoznačne však boli zaradené koncepty tradičných mapových strán z atlasov *A2–A4* alebo vzorky typických konceptov infografík *I1*, *I2* či *I11* a *I13*, ktoré dosiahli pravdepodobnostné skóre zaradenia do svojej kategórie vyššie než 0,85. Klasifikácia obrazov pomocou neurónových sietí je tak *vysoko závislá od tréningovej množiny*, ktoré korešpondovali práve s typickými vzormi zaradených obrazov.

	Logistic Regression	image name						
1	0.06 : 0.94 → mapa	A10_scan						
2	0.00 : 1.00 → mapa	A11_scan						
3	0.61 : 0.39 → infografika	A12_scan						
4	0.00 : 1.00 → mapa	A13_scan						
5	0.01 : 0.99 → mapa	A14_scan						
6	0.00 : 1.00 → mapa	A15ai_digital						
7	0.06 : 0.94 → mapa	A16ai_digital						
8	0.90 : 0.10 → infografika	A1_scan						
9	0.01 : 0.99 → mapa	A2_scan						
10	0.00 : 1.00 → mapa	A3_scan						
11	0.01 : 0.99 → mapa	A4_scan						
12	0.05 : 0.95 → mapa	A5d_digital						
13	0.31 : 0.69 → mapa	A6d_digital						
14	0.14 : 0.86 → mapa	A7d_digital						
15	0.01 : 0.99 → mapa	A8d_digital						
16	0.01 : 0.99 → mapa	A9_scan						
17	0.87 : 0.13 → infografika	I10_digital						
18	0.85 : 0.15 → infografika	I11_digital						
19	0.10 : 0.90 → mapa	I12_digital						
20	0.99 : 0.01 → infografika	I13_digital						
21	0.03 : 0.97 → mapa	I14_digital						
22	0.19 : 0.81 → mapa	I15ai_digital						
23	0.20 : 0.80 → mapa	I16ai_digital						
24	1.00 : 0.00 → infografika	I1_digital						
25	0.96 : 0.04 → infografika	I2_digital						
26	0.39 : 0.61 → mapa	I3_digital						
27	0.81 : 0.19 → infografika	I4_digital						
28	0.28 : 0.72 → mapa	I5_digital						
29	0.17 : 0.83 → mapa	I6_digital						
30	0.45 : 0.55 → mapa	I7_digital						
31	0.26 : 0.74 → mapa	I8_digital						
32	0.68 : 0.32 → infografika	I9_digital						

Obrázok 38: Výsledok logickej regresie vyčíslením pravdepodobnosti zaradenia do kategórie a vizuálne vyjadrenie zaradenia v rámci Image View

Z používateľského hľadiska sa jedná o náročnejšiu metódu vyžadujúcu pokročilejšiu znalosť práce s informačnými technológiami a základné vzdelanie v štatistike, programovaní a prehľade v problematike data mining. Aj keď užívateľské prostredie je vysoko graficky prívetivé, vytváranie jednotlivých workflow vyžaduje odbornú znalosť užívateľa. Veľkou výhodou je vysoká miera automatizácie a po vytvorení a optimalizovaní jednotlivých workflow sú výsledky dosiahnuté veľmi rýchlo. V niektorých prípadoch sú výsledné hodnoty iba v štatistických ukazateľoch čo vyžaduje ďalšie hodnotenie nezávislé na testovanej technológii.

*Užívateľské testovanie* preukázalo perspektívnosť využitia pokročilejších metód machine learning, ktoré si vyžaduje tréning na väčšej vzorke dát a špecificky natrénované neurónové siete. Kombinácia metriky s dotazníkom alebo ďalšími subjektívne zameranými metódami môže priniesť lepšie výsledky a postupne vylepšiť jej výstupy. Niektorí respondenti ho vnímajú ako „black box“ metódu, ktorej nedôverujú. Vyčlenené ohodnotené kritériá zobrazuje obrázok 39.



Obrázok 39: Užívateľské hodnotenie machine learning prostredníctvom stanovených kritérií

Testované metódy neurónových sietí pre identifikáciu infografického štýlu v mapách sa ukázali ako čiastočne využiteľné. Z hľadiska detekcie podobnosti vizuálneho spracovania mapového obrazu v porovnaní s infografickým je možné využiť natrénovanú množinu Painters, ktorá umožňuje identifikáciu podobných obrazov. Avšak výsledné klastre sú formované výlučne na základe vizuálnej podobnosti a nezohľadňujú ďalšie faktory. Potvrzuje sa teda tvrdenie Sadílka (2021), že výsledky sú vysoko ovplyvnené farebnosťou a vizuálnym spracovaním obrazu.

Z hľadiska klasifikácie metóda v testovanom prevedení momentálne nie je využiteľná. Kategorizácia do skupín máp a infografík je vysoko ovplyvnená trénovanou množinou vstupujúcich obrazov, ktorá by ideálne mala obsahovať vyššie stovky jasne zaradených vzorov, aby dosiahla použiteľné výsledky. Klasifikácia pomocou tejto metódy je efektívna len v prípade, že užívateľ vyhľadáva obrazy zodpovedajúce konceptu máp alebo infografík, ktoré sú zastúpené vo veľkom množstve v trénovacej množine. V takomto prípade by výsledky boli adekvátne. Pokiaľ by mala byť metóda machine learning využitá, vyžadovala by špecifické natrénovanie neurónovej siete pre potreby takto spracovanej štúdie.

## 6.5 Porovnanie výsledkov hodnotení

Cieľom prípadových štúdií bolo aj porovnanie testovaných metrík s metrikou *IGV* z hľadiska stanovených hodnotiacich kritérií a dosiahnutých výsledkov. Úsilím bolo získať prehľad o praktickej aplikovateľnosti navrhovaných metrík.

*Užívateľské testovanie* taktiež hodnotilo metriku *IGV*, ktorá na základe názorov respondentov je považovaná za najobjektívnejšiu metódu, ktorej matematicky podložené výpočty vytvárajú dôveryhodné výsledky. Aj napriek zložitosti a časovej náročnosti potrebnej k zberu parametrov, metrika *IGV* ponúka možnosti sledovania trendov v obraze a kvantifikáciou dát, ktorá je vhodná vo vedeckom výskume týkajúceho sa nielen infografiky v kartografii.

Výsledky užívateľského prieskumu zobrazené na obrázku 40 poskytujú komplexný prehľad hodnotenia rôznych metód a techník podľa siedmich vyčlenených kritérií. Najvyššie priemerné hodnotenie v rámci *výpočetnej náročnosti* dosiahla metrika *IGV*, čo reflektuje jej súčasný koncept manuálneho zberu dát a explicitne daných matematických vzorcov. Na druhej strane, dotazníkové šetrenie vykazuje najnižšiu výpočetne náročnosť, pravdepodobne vďaka širokému rozšíreniu tejto metódy v rámci rôznych štúdií.

Dotazníkové šetrenie dosiahlo aj najnižšie priemerné skóre v rámci **softwarovej náročnosti**, kde sú metódy tvorby a užitia všeobecne známe. Naopak najvyššie hodnotenie z pohľadu **softwarovej i hardwarovej náročnosti** dosiahla metóda *machine learning*, čo odráža požiadavky na špeciálny software potrebný pre analýzu a tréning neurónových sietí.

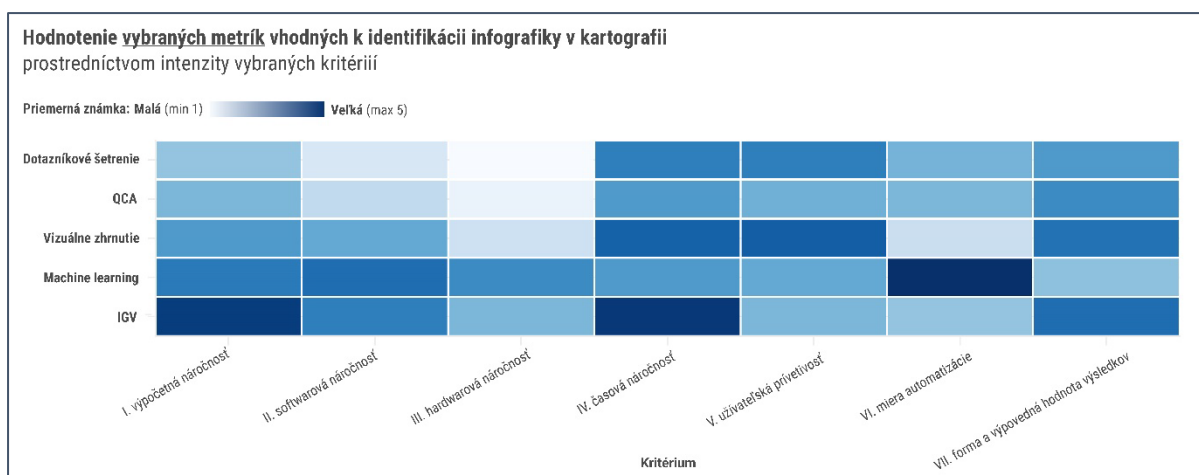
Z pohľadu **časovej náročnosti** najvyššie hodnotenie získala v súčasnom prevedení *metrika IGV*. *Vizuálne zhrnutie* a *dotazníkové šetrenie* tiež vykazujú vysokú časovú náročnosť z hľadiska ich tvorby i finálneho získania výsledkov. *Machine learning* a *kvantitatívna analýza obsahu* sa pohybujú na priemernej časovej úrovni.

V oblasti **užívateľskej prívetivosti** získala najvyššie hodnotenie *metóda vizuálne zhrnutie* pre svoju vizuálnu jednoduchosť a zrozumiteľnosť. *Dotazníkové šetrenie* tiež vyžaduje vysokú úroveň užívateľskej prívetivosti, zatiaľ čo *machine learning*, *kvantitatívna analýza obsahu* a *IGV* vykazujú nižšie hodnoty vzhľadom na ich ťažšie pochopenie a nutnosť štúdia odbornej literatúry pred ich využitím.

Najvyššiu **mieru automatizácie** dosiahla metóda *machine learning*, ktorá profituje z automatizovaných analytických procesov integrovaných priamo do procesu hodnotenia. *IGV* a *vizuálne zhrnutie* vykazujú najnižšiu úroveň automatizácie kvôli manuálnej analýze a spracovaniu výsledkov.

Čo sa týka **formy a výpovednej hodnoty výsledkov**, najvyššie hodnotenie získala *metóda IGV*, nasleduje *vizuálne zhrnutie*. Najnižšie hodnotenie získala metóda *machine learning*, kvôli súčasnému stavu poskytujúcich výsledkov, ktoré nie sú pre respondentov dôveryhodné.

Z pohľadu užívateľského testovania sa javí za **najoptimálnejšiu metódu vizuálne zhrnutie**, ktoré dosiahlo priemerné až vysoké hodnotenia vo väčšine kritérií, avšak poskytuje len vágne subjektívne výsledky, ktoré sú však v pútavej vizuálnej podobe. *Metrika IGV* je z pohľadu hodnotenia *efektívnym nástrojom na detailnú analýzu a vizualizáciu obrazov*, čo dokazuje najvyššie hodnotenie v kritériu forma a výpovedná hodnota výsledkov. V súčasnom prevedení však vyžaduje špecifický software a nutnosť manuálnych výpočtov, čo zvyšuje jej časovú náročnosť. Po vhodnej automatizácii však môže byť jedným z najefektívnejších nástrojov z dôvodu kombinácie vizuálnych výstupov a explicitných matematicky podložených výsledkov poskytujúcich objektívne závery.



Obrázok 40: Hodnotenie metrik z pohľadu navrhnutých kritérií



Na účely porovnania jednotlivých výsledkov z *prípadových štúdií* bolo nevyhnutné kvantifikovať výstupy jednotlivých metrik, nakoľko sa líšia vo svojich hodnotách aj charaktere. Tieto hodnoty boli upravené tak, aby reflektovali mieru infografického štýlu v mapách na jednotnej stupnici, kde najnižšie hodnoty zodpovedajú tradičnému mapovému konceptu a najvyššie hodnoty indikujú infografický charakter. Normalizácia hodnôt na rozsah  $\langle 0, 1 \rangle$  bola nevyhnutná pre zachovanie konzistencie hodnôt.

Z *dotazníkového šetrenia* bolo možné implementovať hodnoty v identickej podobe. Priemerné hodnoty, vyjadrujúce zaradenie celej vzorky užívateľov pre každý obraz na škále od  $-5$  do  $+5$ , boli zahrnuté do výpočtov.

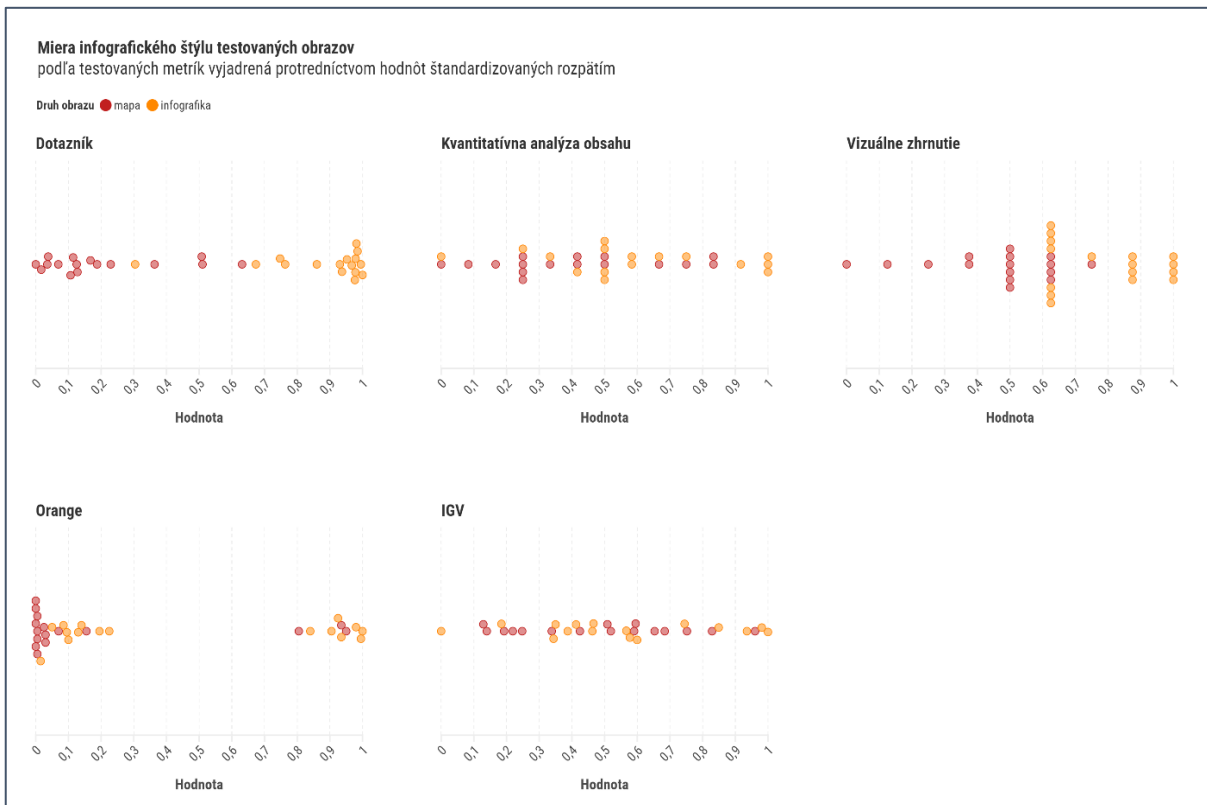
*Kvantitatívna analýza obsahu* popisovala štyri indikátory pomocou kódov 0 a 1. V kontexte kvantitatívneho vyjadrenia infografického štýlu bolo rozhodnuté vylúčiť indikátor prepojenia vizuálneho štýlu, ktorý skôr opisuje správnosť obrazu než jeho infografický charakter. Ďalšie indikátory ukazujú, že indikátor komplexnosti vizualizácie a vizuálnej prítlačivosti v kóde 0 zodpovedá prevažne mapám a v kóde 1 infografikám, zatiaľ čo indikátor kartografickej správnosti má opačné hodnoty. Pre infografické obsahy, ktoré neobsahovali mapu, bola hodnota nulová v indikátore kartografickej správnosti. Pre účely porovnania metrik boli všetky kódy upravené tak, aby kód 0 zodpovedal mapám a kód 1 infografikám. Nulová hodnota bola prepísaná na kód 1, pretože v kontexte hodnotenia neprítomnosť mapy smeruje k infografickému charakteru.

Výsledok *vizuálneho zhrnutia* bol čisto grafický a preto bolo potrebné kvantifikovať vizuálne segmenty v navrhnutom afinnom diagrame. Segmenty boli navrhnuté tak, že každé šesť označených oblastí zodpovedalo infografickej subdoméne a každé šesť označených oblastí mapovej subdoméne. Hodnoty sa vyjadrili v mínusových hodnotách pre mapové oblasti a v plusových hodnotách pre infografické oblasti, aby kvantifikácia korešpondovala s jednotnou logikou. Následne sa hodnoty sčítali.

Metriku *machine learning* z testovaných možností neurónových sietí v prostredí Orange môžeme použiť na porovnanie výsledkov s prípadovou štúdiou klasifikácie obrazu. Vzhľadom na to, že podobnosť medzi vstupnými vzorkami neponúka dostatočné informácie o množstve infografiky, softvér Orange priamo kvantifikuje stupeň zaradenia do danej kategórie (viď Obrázok 38). Hodnoty pre infografiku dosahujú kladné hodnoty, zatiaľ čo hodnoty pre mapy sú záporné.

Hodnoty vychádzajúce z metriky *IGV* nemuseli byť upravené, nakoľko *LayoutScore* vyjadruje odpovedajúcu hodnotu z pohľadu infografického štýlu. Hodnoty získané z metriky *IGV* neboli upravené, nakoľko *LayoutScore* vyjadruje príslušnú hodnotu z pohľadu infografického štýlu v mapách.

Takto upravené vstupné hodnoty pre každý z hodnotených obrazov z referenčnej vzorky boli normalizované. Tieto normalizované hodnoty sú zobrazené v tabuľkovom formáte a ich porovnanie je prezentované na priloženom obrázku.



Obrázok 41: Kvantitatívne porovnanie hodnôt testovania metrick na rovnakej vzorke obrazov.  
Čím bližšie 0 tým viac sa obraz približuje obrazu tradičnému konceptu mapy, naopak 1 konceptu infografiky.  
Interaktívna verzia dostupná na <https://bit.ly/porovnanie-metrick>

Vizuálnym preskúmaním dátových vizualizácií na obrázku 41 v interaktívnej podobe, ktorá umožňuje náhľad konkrétneho obrazu, je možné hodnotiť, že väčšina metrick vykazuje viac či menej použiteľné výsledky z pohľadu zaradenia obrazov. Na základe zvoleného konceptu identifikácie vždy s presnosťou im danou zaraďujú obrazy do danej kategórie, od ktorého sú veľmi závislé. Výsledky metriky IGV sú popísané v kapitole 5.2.4 a 5.2.5, preto sa popis sústreďuje na metriky testované v rámci prípadových štúdií.

*Machine learning* výrazne závisí od veľkosti referenčnej sady vzorových obrazov, ku ktorým sú vstupné obrazy prirovnávané. Je viditeľné, že je porovnávaná vizuálna podobnosť na základe natrénovanej sady, pričom i keď obrazy I3, I5 alebo I12 zo svojej podstaty nemôžu byť viac podobné mape (pretože neobsahujú mapové pole) ich rozloženie a grafické stvárnenie mapu pripomína, no metóda ju nesprávne identifikovala. Túto metódu je vhodné využiť na určenie príbuznosti k infografike, či mape, z pohľadu vizuálneho prevedenia layoutu za predpokladu širokej vstupnej vrstvy referenčných obrazov.

Po kvantifikácii vizuálneho zhrnutia sú jasne vyčlenené jednotlivé stupne príslušnosti obrazu k danej kategórie. Výsledky sú však opäť vysoko závislé od nastavených subdomén, respektíve oblastí, ktoré sledujú kartografickú správnosť a prevedenie nadstavbových prvkov z pohľadu infografiky. Ako je viditeľné hlavne pri hodnotách v 0,5, obrazy v rovnakom stupni sa vizuálne ani koncepčne nepodobajú. Ich zaradenie je veľmi závislé predovšetkým od ich obsahu a taktiež kartografickej správnosti, kde iba napríklad prítomnosť mierky mapy ovplyvňuje stupeň zaradenia. Metóda vizuálneho zhrnutia je vhodnejšia pre identifikáciu infografiky z pohľadu stanovených domén predovšetkým z pohľadu popisnej charakteristiky prostredníctvom odpovedajúceho prevedenia afinného diagramu, než na kvantifikáciu infografického štýlu v mapách.

*Kvantitatívna analýza obsahu z vizuálneho prieskumu získaných prepočítaných hodnôt, ktoré vychádzajú z navrhnutých kódov, nevhodne zaraďuje jednotlivé obrazy v logike infografického štýlu. Aj napriek tomu, že hodnoty vyššie než 0,5 pomerne vhodne identifikuje mapy i infografiky, s klesajúcou hodnotou je však možné identifikovať prítomnosť nerelevantných obrazov, ako napríklad *I11* so skóre 0; *I2* so skóre 0,33 alebo *I5* so skóre 0,25 odpovedajúce mapám z atlasu, pričom v ňom mapa obsahnutá ani nie je. *QCA* je pomerne zložitou a časovo náročnou metódou, ktorá prostredníctvom dvoch kódov pomerne minimalisticky opisuje obraz podľa nastavených indikátorov. Dokáže vytvoriť charakteristiku obrazu, ktorá by pri podrobne nastavených kódach mohla byť užitočná, avšak nie je veľmi efektívna, a z pohľadu vyčleňovania infografického štýlu v mapách v danom prevedení nie príliš vypovedajúca.*

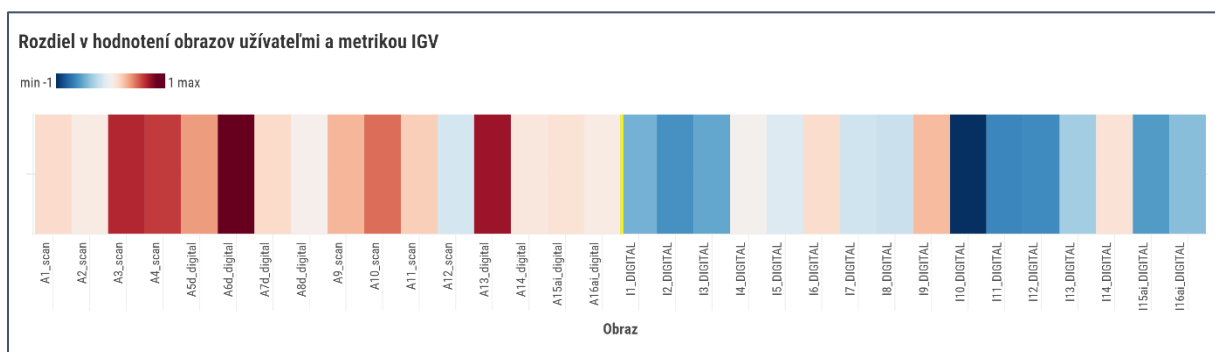
Výsledky prevedeného *dotazníkového šetrenia* obecné zaradenia obrazu dosahujú z uvedených metrik veľmi reprezentatívne výsledky závislé na šírke vzorky respondentov, ktorá prostredníctvom navrhnutej škály vyjadřila mieru infografického štýlu obrazu. Výsledky *dotazníkového šetrenia* vždy ovplyvní počet respondentov, ich skúsenosť a znalosť problematiky. Analýza výsledkov nie je v danom prevedení náročná, avšak ich získavanie je pomerne časovo zdĺhavé kvôli dosiahnutiu reprezentatívneho počtu odpovedí. Navyše, vždy je možné testovať len obmedzenú vzorku obrazov, nakoľko veľký počet negatívne ovplyvňuje časovú náročnosť na vyplnenie dotazníka. *Dotazníkové šetrenie je veľmi vhodnou metódou k získaniu objektívnych užívateľských výsledkov z pohľadu kvantifikácie infografického štýlu. Výsledky budú vždy závislé na zložení respondentov a dá sa predpokladať, že pri opakovaní testovania budú dosiahnuté mierne odlišné výsledky. Pokiaľ je potrebné otestovať širokú vzorku obrazov, dotazníkové šetrenie bude veľmi časovo náročné a neatraktívne pre respondentov k vyplneniu.*

K zisteniu podobnosti výsledkov medzi testovanými metrikami a výsledkami metriky *IGV* bola vyčíslená hodnota Spearmanovho korelačného koeficientu, ktorý sa využíva pri neparametrických testoch bez lineárnej závislosti hodnôt (Holčík, 2015). Predovšetkým bola otestovaná závislosť výsledkov užívateľského hodnotenia vychádzajúca z *dotazníkového šetrenia* s hodnotami *IGV*. Korelácia bola vyčíslená ako slabá ( $r=0,12$ ), čo indikuje závislosť medzi hodnotami ale slabú. *Dotazníkové šetrenie* má však veľmi vysokú koreláciu s vizuálnym zhrnutím ( $r=0,82$ ). *IGV* má stredne vysokú koreláciu s hodnotami *QCA* ( $r=0,3$ ). Uvedené korelačné koeficienty preukazujú, že hodnotenie na základe vizuálneho prieskumu obrazov vykazuje podobné hodnotenia, zatiaľ čo sa vo väčšej miere od metrik využívajúce hodnotiace i obsahovú stránku obrazu. Práve metrika *IGV* a *QCA* sú založené nielen na kvantifikácii vizuálneho prevedenia obrazov ale aj zloženia z pohľadu elementov v nich obsahnutých. Najnižší korelačný koeficient v porovnaní *IGV* metrikou vykazovala metóda *machine learning*, kde  $r=0,06$  značí veľmi nízku mieru závislosti medzi hodnotami. Tento fakt spôsobuje predovšetkým nesprávne zaradenie infografických obrazov bez mapového poľa medzi infografiky len na základe vizuálnej podobnosti obrazu. Práve však s *dotazníkovým šetrením* a vizuálnym zhrnutím sa hodnoty pohybujú na úrovni stredne vysokej korelácie.

Pri dôkladnom prieskume hodnôt získaných z užívateľského testovania realizovaného prostredníctvom *dotazníkového prieskumu* a metriky *IGV* prostredníctvom vizuálnej analýzy interaktívnych vizualizácií, je možné identifikovať závislosť a mieru podobnosti hodnotenia obrázkov, aj napriek nižšej korelácií. Obrázky *A2*, *A8*, *A16* a *I4* vykazujú najväčšiu podobnosť z hľadiska získaných normalizovaných hodnôt. V týchto prípadoch je možné pozorovať rovnomerné zastúpenie dominantných prvkov v typickom rozložení atlasových máp. Obraz *A16* bol v oboch prípadoch klasifikovaný ako medzistupeň medzi mapou a infografikou, najmä kvôli prítomnosti ilustračných prvkov v mapovom poli. Pri infografikách bolo správne zaznamenané priradenie na základe obsahu a absencie mapy. Výrazné rozdiely boli pozorované u obrázkov *A3*, *A4*, *A6* a *A13*, kde užívatelia často zaradili prvky z atlasových stránok do kategórie klasických máp, aj napriek tomu že tieto obrazy obsahovali veľké množstvo nadstavbových prvkov.

Napriek podobnosti ich vizuálneho štýlu s tradičnými mapami z atlasov bol ich obsah charakterizovaný skôr ako infografický. Metrika *IGV* úspešne identifikovala nadstavbové prvky bez ohľadu na vizuálny štýl, čo sa prejavilo vyšším hodnotením *LayoutScore*. Medzi infografikami sa najväčšie rozdiely dosiahli u obrázkov *I2*, *I3*, *I10*, *I11* a *I12*, ktoré boli charakterizované absenciou mapových prvkov alebo ich minimálnym zastúpením, čo spôsobilo nižšie hodnotenie podľa metriky *IGV* nastavenej na identifikáciu infografík v mapách.

Infografické obrazy dosiahli vo väčšine prípadov vyššie hodnoty v užívateľskom hodnotení. Obrazy *I6*, *I9* a *I14*, ktoré kombinujú výrazný mapový prvok so spracovaním zodpovedajúcim parametrov tradičnej infografiky, boli metrikou *IGV* ohodnotené vyšším *LayoutScore* než užívateľským hodnotením. Naopak, vo väčšine prípadov dosiahli mapy vyššie hodnoty podľa metriky *IGV*, ktorá komplexne posúdila všetky prvky v obraze vrátane obsahu a grafickej dominancie. Rozdiel medzi hodnotami z dotazníkového prieskumu a metriky *IGV* je vizuálne demonštrovaný na obrázku 42.



Obrázok 42: Vizuálne spracovanie rozdielu dotazníkového šetrenia od výsledkov metriky *IGV*. Čím sú hodnoty bližšie nule, tým bolo udelené hodnotenie užívateľom a metrikou *IGV* podobnejšie. Záporné hodnoty indikujú na nižšie *LayoutScore* oproti užívateľskému hodnoteniu a opačne. Interaktívne dostupné na: <https://bit.ly/rozdiel-IGV-dotaznik>

Na základe prípadových štúdií a porovnania výsledkov je možné konštatovať, že metrika *IGV* predstavuje adekvátny nástroj pre hodnotenie infografického charakteru v mapových obrazoch, najmä v prípadoch, kde je identifikovateľný mapový element. Tento záver je v súlade s dôrazom, ktorý je venovaný mapám a priestorovým infografikám v rámci kapitoly 4.2. *Výsledky dosiahnuté metrikou IGV poskytujú objektívny a predovšetkým exaktný kvantitatívny opis kompozície obrazu a súčasne umožňujú vyčlenenie miery jeho infografického štýlu z pohľadu vizuálneho spracovania mapy.* Použitie ďalších testovacích metrick často poskytuje len jednu zo spomenutých vlastností (opis alebo mieru) a značne závisí od subjektívneho hodnotenia hodnotiteľa alebo skupiny respondentov, čo je pri metodologickej definícii matematických výpočtov indikátorov *IGV* vylúčené. Pre získanie podrobnejších výsledkov je v budúcnosti vhodné skombinovať užívateľské s exaktnými metódami výskumu. To by si však vyžiadalo optimalizáciu a vývoj vhodného užívateľského testovania. Prehľadné stručné zhrnutie testovania predstavuje aj <https://www.cartography.upol.cz/infographics/metrics/>.

## 7. NÁSTROJ INFOMAP

Online nástroj *InfoMap* implementuje metriku *IGV* do webového nástroja s cieľom automatizovať a zrýchliť proces evaluácie. Motiváciou k tvorbe nástroja je absencia kvantitatívne podloženého hodnotenia máp z pohľadu ich vizuálneho prevedenia, predovšetkým v kontexte infografiky. Cieľom tvorby nástroja je eliminovať negatívne aspekty metriky *IGV*, ktoré boli identifikované počas užívateľského testovania, a zároveň zachovať exaktnosť výpočtovej hodnoty výsledkov. Zároveň tak rozšíriť využiteľnosť metrického prístupu širšej škále používateľov. Zámerom je zjednodušiť náročnú segmentáciu obrazu, automatizovať zber parametrov a výpočet *indikátorov*, *IndicatorScore* a *LayoutScore*. Zároveň, bez nutnosti využitia externého nástroja poskytnúť výsledky v názornej vizuálnej podobe. Takto optimalizovaný prístup zníži časovú i výpočtovú náročnosť, a naopak zvýši automatizáciu, čo boli nedostatky identifikované v rámci užívateľského testovania i pri samotnom prevádzaní prípadových štúdií.

Cieľom nástroja *InfoMap* je priniesť *exaktný spôsob hodnotenia máp z pohľadu infografiky* založený na identifikácii grafickej dominancii prostredníctvom *IndicatorScore* užívateľsky vyčlenených komponent mapy. Prostredníctvom vyčíslenia *LayoutScore* dokáže interpretovať *mieru infografického štýlu v kontexte ďalších obrazov* ohodnotených prostredníctvom nástroja *InfoMap*.

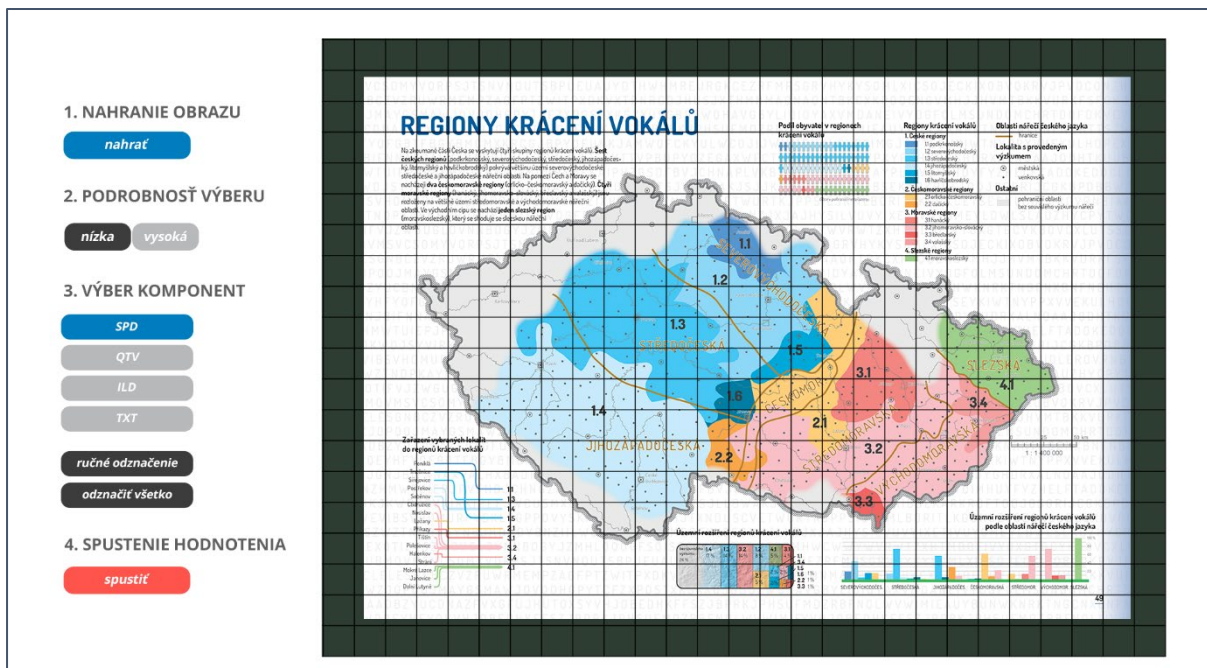
### 7.1 Návrh

Nástroj *InfoMap* je navrhnutý tak, aby nezaťažoval užívateľa náročným rozhraním a umožnil mu jednoduchú orientáciu v celom prostredí prostredníctvom série na seba nadväzujúcich krokov. Zároveň musí spĺňať požiadavky *open-source riešenia*, *user-friendly grafické rozhrania*, *možnosti importu máp v bežnom rastrovom obraze* (napr. *JPG, PNG, TIF, PDF*), *automatizované alebo semi-automatizované spracovanie dát a grafické vyjadrenie výsledkov metriky*, ktoré boli vyčlenené v kapitole 2.

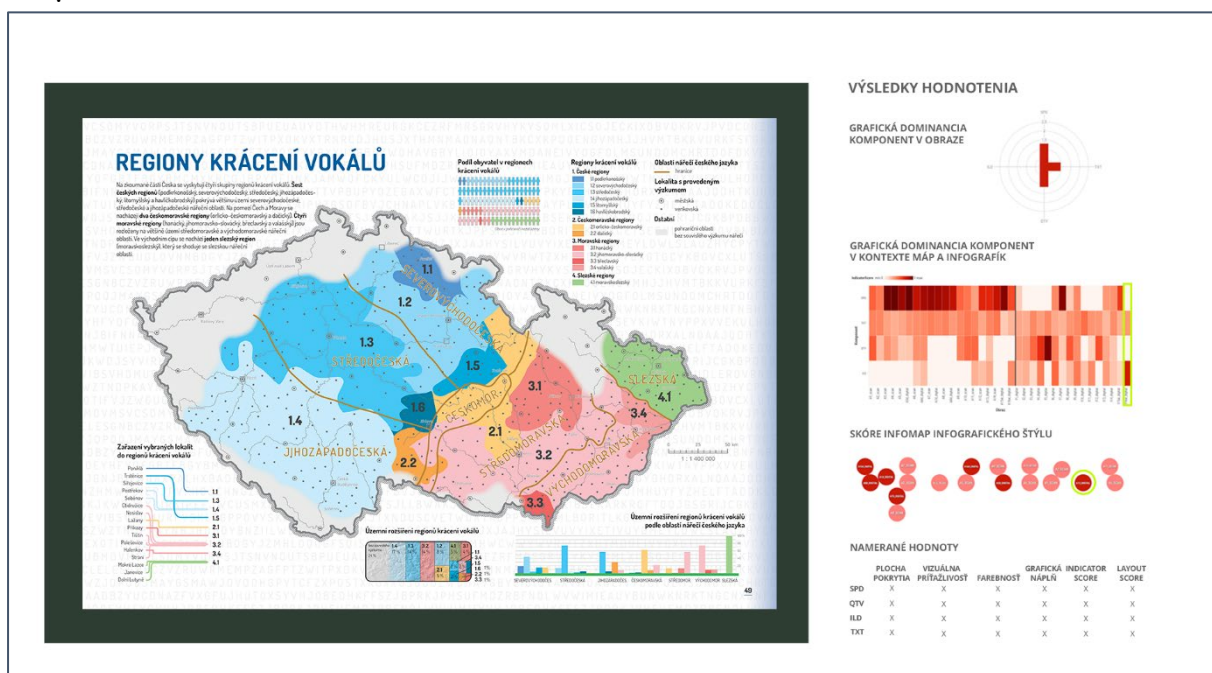
Pred začiatkom implementácie bol vytvorený jednoduchý grafický wireframe, ktorý špecifikoval samotný design rozhrania nástroja a definoval jeho funkcionality. Návrh bol vytvorený tak, aby mohol byť v praktickej podobe implementovateľný na ľubovoľný webhosting. Zároveň, reflektuje logiku metriky *IGV* pri výbere komponent a zachováva si jednoduché rozhranie. Obrázok 43 zobrazuje návrh rozhrania nástroja, ktoré ako jediné vyžaduje užívateľský zásah v rámci vyčlenených krokov.

Logika nástroja je usporiadaná do jednoduchých *štyroch krokov* agregujúcich celý postup hodnotenia metriky *IGV*. Po nahraní vlastnej mapy v *prvom kroku* sa obraz automaticky zobrazí v definovanom okne pod mriežkou. V *druhom kroku* užívateľ volí presnosť výberu vlastných pixelov komponent tak, aby dokázal čo najvernejšie opísať komponenty. *Tretí krok* vyžaduje zapojenie užívateľa pri praktickom výbere komponent, kde kliknutím do mriežky označuje pixely odpovedajúce danému vybranému komponentu. Po vyčlenení všetkých komponent, ktoré sa v obraze nachádzajú, vo *štvrtom kroku* dochádza k spusteniu výpočtu *parametrov*, *indikátorov*, *IndicatorScore* a *LayoutScore* a ich automatické vykreslenie do vizualizácií, ktoré demonštruje obrázok 44. Celý postup prehľadne popisuje vytvorený online popis návrhu nástroja dostupný na <https://bit.ly/infomap-navrh>.





Obrázok 43: Návrh užívateľského rozhrania InfoMap



Obrázok 44: Návrh záverečnej obrazovky nástroja InfoMap prezentujúce výsledky automatického výpočtu hodnôt grafickej výraznosti komponent v rámci IndicatorScore a mieru infografického štýlu prostredníctvom LayoutScore

Navrhnutá forma grafických výsledkov rešpektuje formu, akou boli prezentované výsledky IGV metriky v rámci tejto práce. V rámci realizovaného užívateľského testovania bolo potvrdené, že danej reprezentácii užívateľa dokážu porozumieť. Doplnenie tabelárneho výstupu s vypočítanými hodnotami podporí väčšiu využiteľnosť výsledkov v rámci ďalších štúdií a demonštruje kvantitatívny základ metrického postupu.



## 7.2 Vývoj

Na základe logiky metriky IGV a navrhnutého wireframu nástroja *InfoMap*, bolo prístupné k samotnej tvorbe s využitím frameworku *Angular*, vyvinutého spoločnosťou Google, ktorý je postavený na programovacom jazyku *Typescript*. *Typescript* je open-source nad-množina jazyka *JavaScript*, ktorý ho rozširuje o statické typovanie, triedy a rozhrania, pričom je integrovaný práve do frameworku *Angular* (Angular, 2024a). Celkové riešenie tak zjednodušuje a zrýchľuje možnosti implementácie klasického skriptovacieho jazyka s možnosťou využitia nástrojov a knižníc potrebných k získaniu charakteristík o obraze.

Celý proces vývoja prebiehal v spolupráci s IT špecialistom Jakubom Žákom, pričom ho je možné rozdeliť do niekoľkých fáz. V *prvej fáze* prebiehala inštalácia potrebných súčastí k vytvoreniu prostredia a tvorba základných komponent rozhrania. V *druhej fáze* prebiehal vývoj a implementácia výberovej mriežky komponent v obraze. *Tretia fáza* bola zameraná na definíciu workerov a metód k získaniu vypovedajúcich parametrov a na nastavenie výpočtov podľa metriky *IGV*. *Štvrtá fáza* overovala a optimalizovala metódy tak, aby výsledky odpovedali výsledkom metrike *IGV*. V ďalšej fáze bol vyriešený spôsob a logika ukladania získaných dát a ich vizualizácia. Následne bola uskutočnená *prípadová štúdia* a *užívateľské testovanie* (viď kapitola 7.3), na základe ktorých mohol byť nástroj optimalizovaný a užívateľské prostredie vhodne graficky upravené.

Z pohľadu štruktúry závislosti zdrojového kódu sú definované základom adresári v súbore `package.json`. Všetky využívané balíky *Angular* sú definované v rámci sekcie `dependencies` vo verzii 18.0.0. Hlavná logika nástroja je implementovaná v adresári `src/app` v súbore `app.component.ts`, kde je definované hlavné rozhranie nástroja, možnosti užívateľskej interakcie s prostredím a logika pre spracovanie obrazov. Súbor `app.config.ts` definuje konfiguračné nastavenia nástroja, čím prepája nainštalované súčasti *Angular* s aplikačným prostredím. Súbor `computation.worker.ts` obsahuje výpočtovú logiku úloh, ktoré môžu byť vykonávané na pozadí; `pixel-processing.worker.ts` priradzuje získané informácie pixeloch do jednotlivých komponentov obrazu. Celá štruktúra je navrhnutá tak, aby umožnila efektívne spracovanie a manipuláciu s obrazovými dátami v rámci webového prehliadača.

V nasledujúcom texte sú popísané vybrané kľúčové časti zdrojového kódu a ich implementácie v kontexte riešenia dielčích častí spracovania obrazu potrebných k získaniu potrebných charakteristík. Celý kód nástroja je následne dostupný v digitálnych prílohách práce.

### Inicializácia rozhrania

Inicializácia nástroja *InfoMap* prebieha podľa typického *Angular* bootstrap procesu. Tento proces zahŕňa súbory `main.ts` a `app.component.ts`. Súbor `main.ts` zavádza platformu do prehliadača a aktivuje aplikáciu. Prevádza bootstrapping a privádza k chodu komponenty potrebné k prevádzke celého nástroja. `App.component.ts` spravuje inicializačnú logiku hlavnej komponenty nástroja, definuje rozhranie a následne riadi procesy spojené so spracovaním obrazu.

### Nahratie a zobrazenie mapy

Nahrávanie užívateľsky zvolenej mapy do prostredia *InfoMap* je implementované pomocou skrytého `<input>` elementu, ktorý umožňuje užívateľovi vybrať vlastný obrazový súbor. Výber súboru v rámci rozhrania uskutočňuje užívateľ prostredníctvom výberového tlačidla, ktoré mu povolí možnosť výberu obrazu z disku zariadenia. Po výbere súboru sa spustí metóda `fileSelected`, ktorá načíta súbor pomocou `FileReader`. Načítané dáta sa použijú na vytvorenie nového `<img>` elementu, ktorý sa zobrazí v `div` elemente s `id image_div`.

Súčasne sa vytvorí aj plátno (`canvas`), ktoré slúži ako prostredie pre získavanie pixelov z obrazu. Kód neobsahuje explicitne stanovené pevné rozlíšenie obrazu, ale pomocou metódy `getForcedImageSize` sa obraz škáluje tak, aby jeho dlhšia strana nepresiahla hodnotu 2 450 px pričom sa zachováva pôvodný pomer strán.

```
//zachovanie pomeru strán vstupného obrazu
protected getForcedImageSize(width: number, height: number): { width: number, height: number
} {
  if (width >= height) {
    return {
      width: this.forcedImageLongerSize,
      height: height / width * this.forcedImageLongerSize,
    };
  } else {
    return {
      height: this.forcedImageLongerSize,
      width: width / height * this.forcedImageLongerSize,
    };
  }
}
```

## Výberová mriežka

Definícia a vykreslenie mriežky, prostredníctvom ktorej užívateľa môžu vyberať komponenty v zobrazenej mape, je opäť implementovaná v súbore `app.component.ts`. Jednotlivé typy kategórií komponent však definuje súbor `segment.ts`.

V metóde `imageShow()` sú vytvárané segmenty mriežky na základe načítaného obrazu. Každý segment mriežky je reprezentovaný objektom `Rectangle`, ktorý obsahuje informácie o polohe segmentu a viaže na seba aj informáciu o označenom segmente. Samotné vykreslenie mriežky prebieha prostredníctvom `*ngFor` a CSS štýlu upravujúce jej zobrazenie. O výber segmentu prostredníctvom užívateľského kliknutia na konkrétny segment a zmeny farby na základe aktuálneho výberu sa stará metóda `segmentClicked()`. Pre uľahčenie výberu veľkých plôch bola do metódy implementovaná funkcionálna `turbo`, ktorá umožňuje jedným kliknutím výber viacerých susedných pixelov v jeden okamih. Veľkosti výberu boli definované na päť narastajúcich veľkostí výberu. Od pôvodného zámeru meniť hustotu mriežky bolo upustené z dôvodu zachovania jednotnosti segmentov a unifikovaného zberu dát.

```
//výber segmentov v mriežke
segmentClicked(index: number, forced: boolean = false): void {
  const segment = this.rectangles[index];
  if ((this.mouseDown || forced) && segment.segmentType !== this.currentSegmentType) {
    segment.color = this.segments[this.currentSegmentType].color;
    segment.segmentType = this.currentSegmentType;
  }
}

//aktivácia režimu turbo a výber viacerých pixelov v jeden okamih
if (this.turbo > 0) {
  const size = this.turbo;
  const neighbors = this.rectangles.filter(s => {
    const verticalDiff = Math.abs(s.rowNumber - segment.rowNumber);
    const horizontalDiff = Math.abs(s.columnNumber - segment.columnNumber);

    return (verticalDiff <= size && horizontalDiff <= size && ((verticalDiff + horizontalDiff) / 2) <= (size - size / 4));
  });
  for (let s of neighbors) {
    if ((this.mouseDown || forced) && s.segmentType !== this.currentSegmentType) {
      s.color = this.segments[this.currentSegmentType].color;
      s.segmentType = this.currentSegmentType;
    }
  }
}
```

## Získavanie hodnôt indikátorov

Pre získavanie hodnôt potrebných k výpočtu stanovených indikátorov slúži primárne súbor `computation.worker.ts`, ktorý obsahuje definície a kombináciu niekoľkých špecifických funkcií. Hodnoty sú získavané priamo z jednotlivých pixelov obrazu, ktoré sú po výpočtoch prostredníctvom na seba naviazaných súborov `image-pixel.type.ts`, `segment-type-pixels.ts`, `pixel-processing.worker.ts` a `segment-type-pixels.ts` prepočítané do definovaných komponent.

Získané pixely sú v rámci `computation.worker.ts` spracované k získaniu počtu obsiahnutých farieb a vytvorenie histogramu obrazu, z ktorého je vypočítaná smerodajná odchýlka.

Počet pixelov v obraze pre výpočet indikátora **plocha pokrytia** je identifikovaný v triede `segment-type-pixels.ts` pracujúcej so segmentovaným obrazom, kvôli zníženiu zaťažnosti celého nástroja. Získanie počtu pixelov je definované v metóde `updateComputations()` triedy `SegmentTypePixels`. Táto metóda najprv inicializuje počet pixelov komponenty (`pixelsCount`) a počet okolitých pixelov (`surroundingPixelsCount`), pričom celkový počet pixelov (`allPixelsCount`) je súčet týchto dvoch hodnôt. Výpočet následne prebehne podľa definície z metricky *IGV* ako  $(\text{pixelsCount} \div \text{allPixelsCount}) \times 100$ .

```
//získanie informácie o počte pixelov komponenty a jej okolia

public updateComputations(
  pixels: ImagePixel[],
  surroundingPixels: ImagePixel[],
): void {
  console.log('Start computations:', this.segmentType);
  this.loading = true;
  this.pixelsCount = pixels.length;
  this.surroundingPixelsCount = surroundingPixels.length;
  this.allPixelsCount = this.pixelsCount + this.surroundingPixelsCount;

  //výpočet plochy pokrytia

  this.areaCoverage = this.allPixelsCount ? ((this.pixelsCount / this.allPixelsCount) * 100)
: 0;
```

Ďalšie výpočty a získavanie parametrov je umiestnené v rámci `computation.worker.ts`. Funkcia `getHistogram` inicializuje pole histogramu s 256 nulovými hodnotami, pričom každá položka predstavuje počet pixelov pre každú farbu. Výpočet jasu pre každý pixel je realizovaný pomocou vzorca  $0.2126 * r + 0.7152 * g + 0.0722 * b$ , ktorý zohľadňuje váhy jednotlivých farebných zložiek pri prepočte obrazu do jedného kanálu jasu.

```
//inicializácia histogramu a prepočet jeho hodnôt RGB vybraným koeficientom

function getHistogram(pixels: ImagePixel[]): number[] {
  const histogram: number[] = new Array(256).fill(0);
  for (let pixel of pixels) {
    const luminance = Math.floor(0.2126 * pixel.r + 0.7152 * pixel.g + 0.0722 * pixel.b);
    histogram[luminance]++;
  }
  return histogram;
}
```

Na základe vytvoreného histogramu sa následne vypočítava smerodajná odchýlka pomocou funkcie `getStandardDeviation`. Táto funkcia najprv vypočíta priemernú hodnotu histogramu (`mean`), a potom rozptyl (`variance`), z ktorej sa získa štandardná odchýlka (`deviation`). Smerodajná odchýlka sa počíta pre histogram komponent, tak i pre histogram okolia komponent, tak ako definuje logika metricky *IGV*.

```

//výpočet smerodajnej odchýlky

function getStandardDeviation(histogram: number[]): number {
  let mean: number = 0;
  let histogramSum = 0;
  for (let i = 0; i < histogram.length; i++) {
    mean += i * histogram[i];
    histogramSum += histogram[i];
  }
  mean /= histogramSum;

  let variance: number = 0;
  for (let i = 0; i < histogram.length; i++) {
    variance += Math.pow(i - mean, 2) * histogram[i];
  }
  variance /= histogramSum;
  const deviation = Math.sqrt(variance);

  return Number.isNaN(deviation) ? 0 : deviation;
}

```

Takto získané hodnoty slúžia pre výpočet indikátor **vizuálna príťažlivosť**, ktorú reprezentuje funkcia `getVisualAttractiveness` s využitím získaných údajov o smerodajnej odchýlke a vypočítaných počtoch pixelov z výpočtu plochy pokrytia.

```

//definícia výpočtu indikátora vizuálnej príťažlivosti

function getVisualAttractiveness(
  standardDeviation: number,
  surroundingStandardDeviation: number,
  pixelsCount: number,
  allPixelsCount: number,
): number {
  return (standardDeviation && surroundingStandardDeviation && allPixelsCount)
    ? Math.abs(standardDeviation - surroundingStandardDeviation) * ((pixelsCount ?? 0) /
      allPixelsCount)
    : 0;
}

```

**Farebnosť** je určovaná a spočítaním unikátnych RGB kombinácií v rámci komponenty v pomere s celkovým počtom farieb. Vytvorí sa prázdny objekt `colors`, kde kľúčom bude kombinácia RGB hodnôt každej farby v obrázku a hodnotou bude počet výskytov tejto farby. Pre každý pixel v `data.pixels` sa jeho RGB hodnoty prevedú na reťazec v tvare `r_g_b`. Tento reťazec sa použije ako kľúč v objekte `colors`. Ak tento kľúč ešte neexistuje, inicializuje sa na 0. Pokiaľ hodnota existuje zvýši o 1. Počet unikátnych farieb sa zistí spočítaním kľúčov v objekte `colors` pomocou `Object.keys(colors).length`. Tento počet je uložený v premennej `colorsCount`. Následne je prevedený výpočet podľa definície *IGV*.

```

//získanie informácie o počtu farieb

const colors: { [key: string]: number } = {};
for (let pixel of data.pixels) {
  const key = `${pixel.r.toFixed()}_${pixel.g.toFixed()}_${pixel.b.toFixed()}`;
  colors[key] ??= 0;
  colors[key]++;
}
const colorsCount = Object.keys(colors).length;

//výpočet indikátora farebnosť

const colorfulness = colorsCount ? ((colorsCount / 16777216) * 100) : 0;

```

Výpočet indikátora **Grafická náplň** ako jediný nevyužíva charakteristiky z pôvodne nahraného užívateľského obrazu. Podľa definície Barvíř (2021), nástroj GMLMT využitý k získaniu hodnôt indikátora, využíva princíp detekcie hrán prostredníctvom priemerných hodnôt jasu z obrazu upraveného Sobelovým filtrom (Sobel, 2014).

Aplikácia Sobelovho filtru prebieha už po načítaní obrazu a jeho vykreslení v súbore `app.component.ts`. s použitím metódy `drawSobelImage()` s následne rovnakou logikou ako je popísaná pri vykreslení užívateľského obrazu.

```
//aplikácia Sobelovho filtru

drawSobelImage(image: HTMLImageElement) {
  this.sobelCanvas = <HTMLCanvasElement>document.getElementById('sobel_canvas');
  this.sobelCanvasContext = this.sobelCanvas?.getContext('2d', {willReadFrequently: true});
  if (!this.sobelCanvas || !this.sobelCanvasContext) {
    alert('Problem with canvas!');
    return;
  }

  //úprava rozmerov upraveného obrazu podľa definovanej maximálnej veľkosti

  const newSize = this.getForcedImageSize(image.width, image.height);
  this.sobelCanvas.width = newSize.width;
  this.sobelCanvas.height = newSize.height;

  this.sobelCanvasContext.drawImage(image, 0, 0, this.sobelCanvas.width,
  this.sobelCanvas.height);
  const imageData = this.sobelCanvasContext.getImageData(0, 0, this.sobelCanvas.width,
  this.sobelCanvas.height);

  //získanie dát z obrazu po aplikácii filtra

  const sobelData = Sobel(imageData);
  const sobelImageData = sobelData.toImageData();
  this.sobelCanvasContext.putImageData(sobelImageData, 0, 0);
}
```

Pre reprezentáciu grafickej náplne je potrebné vyčíslit' koeficient `sobelPixelsIntensitiesSum`, ktorý je reprezentovaný výpočtom metriky GMLMT podľa Barvíře (2021).

```
//výpočet grafickej náplne pre segment obrazu

let sobelPixelsIntensitiesSum: number = 0;
const sobelImageData = this.getImageData(this.sobelCanvasContext, columnNumber,
rowNumber);
if (sobelImageData) {
  for (let i = 0; i < (sobelImageData?.data.length ?? 0); i += 4) {

//výpočet hodnoty pre jeden pixel

    sobelPixelsIntensitiesSum += (
      ((sobelImageData.data[i] + sobelImageData.data[i + 1]
      + sobelImageData.data[i + 2]) / 3) / 255 * 100
    );
  }
}
```

Hodnota sa v kontexte nástroja `InfoMap` počíta pre jednotlivé segmenty mriežky obrazu a následne priemeruje ich počtom, čo predstavuje `pixelsCount`.

```
// Výpočet grafickej náplne
const graphicLoad = pixelsCount ? (data.sobelPixelsIntensitiesSum / pixelsCount) : 0;
```

**IndicatorScore** a **LayoutScore** sú vypočítavané predefinovaným a agregujú hodnoty s dielčích výpočtov v `segment-type-pixels.ts`. Samotná konštanta (váha) indikátora zapísaná ako `layoutScoreConstant` je definovaná priamo v definícii `SegmentType` daného komponentu.

```
// Výpočet IndicatorScore
this.indicatorScore = (this.areaCoverage ?? 0)
+ (this.visualAttractiveness ?? 0)
+ (this.colorfulness ?? 0)
+ (this.graphicLoad ?? 0);

// Výpočet LayoutScore
this.layoutScore = this.indicatorScore * this.layoutScoreConstant;
```

## Vizualizácia hodnôt

Numerické hodnoty vypočítaných *indikátorov*, *IndicatorScore* a *LayoutScore* sú zobrazené prostredníctvom tabuľky definovanej v HTML šablóne súboru `app.component.ts`. Prostredníctvom dátových vizualizácií sú vizualizované hodnoty *IndicatorScore* a *LayoutScore*. Pre zvýšenie výpovednej hodnoty výsledkov, sa pri vizualizácii využíva vyjadrenie získaných hodnôt v kontexte predom autorsky zameraných obrazov (viď kapitola 7.3). Pre vizualizáciu hodnôt dátové vizualizácie s open-source knižnice *Echarts* (<https://echarts.apache.org/>). Táto knižnica, vyvinutá spoločnosťou Baidu, poskytuje množstvo predefinovaných šablón k tvorbe interaktívnych dátových vizualizácií. Pre vizualizáciu získaných informácií o *IndicatorScore* je využitého *Basic Radar Chart*. Zobrazenie hodnôt normalizovaných *IndicatorScore* hodnoteného obrazu a pevne definovanej vzorky máp využíva vizualizáciu *Heatmap on Cartesian*. Normalizovanú hodnotu *LayoutScore* v kontexte ďalších máp prezentuje *Effect Scatter Chart*. Takto vizualizované hodnoty zvyšujú výpovednú hodnotu numerických výsledkov a umožnia užívateľovi porovnať svoju mapu s pestrou paletou obrazov v rôznom infografickom štýle.

*Echarts* sú implementované do nástroja prostredníctvom vlastnej knižnice `echarts` a `ngx-echarts` umiestnených v súbore `app.component.ts`. K vizualizácii sú následne definované grafy ako objekty typu `EChartsOption` v triede `AppComponent`.

```
export class AppComponent implements OnInit {
  ...
  radarOptions: EChartsOption = {};
  heatmapOptions: EChartsOption = {};
  scatterPlotOptions: EChartsOption = {};
  ...
}
```

V definovanej HTML šablóne prebieha vykresľovanie samotných hodnôt prostredníctvom atribútu `[options]`, aby bolo zabezpečené prepojenie medzi šablónou a nastavením grafov. Samotná definíciu spracovania dát je nastavená v `updateResults`.

Vizualizácia **Radar chart** zobrazuje užívateľovi vypočítané výsledky *IndicatorScore* pre jeho vloženú mapu. V prvom rade je získaný zoznam komponent s hodnotami *IndicatorScore* pre aktuálne hodnotenú mapu `currentMap`. Následne sa pre každý komponent nastaví objekt s názvom komponentu a jeho farbou v `radarOptions.radar.indicator`.

```
// Nastavenie komponent pre radar chart
this.radarOptions.radar = {
  shape: 'circle',
  indicator: Object.keys(this.currentMap?.indicatorScore ?? {}).map((segmentTypeKey) => {
    const segment = this.segments[segmentTypeKey];
    return {
      name: segment.name,
      color: segment.color,
    }
  })
};

// Nastavenie dát pre radar chart
this.radarOptions.series = [
  {
    type: 'radar',
    areaStyle: {},
    data: [
      {
        value: Object.keys(this.currentMap?.indicatorScore ?? {}).map((segmentTypeKey) => {
          return this.currentMap?.indicatorScore ? this.currentMap.indicatorScore[segmentTypeKey] : 0;
        })
      }
    ]
  }
];
```



Prezentácia máp prostredníctvom **heatmapy** vizualizuje normalizované výsledky užívateľskej mapy v kontexte výsledkov 32 testovaných obrazov v rámci prípadovej štúdie nástroja *InfoMap*. Pre potreby vizualizácie sa využívajú hodnoty normalizované hodnoty *IndicatorScore* `normalizedIndicatorScore` pre užívateľskú mapu `currentMap` a predom vložené ohodnotené mapy `internalMaps`. Metóda `updateResults` výpočet normalizovaných indikátorových skóre (`normalizedIndicatorScore`) pre jednotlivé komponenty mapy. Pretože bolo zvolená normalizácia rozsahom, aby sa hodnoty vykazovali na škále od 0 do 1, najskôr sa inicializujú premenné `minIndicatorScore` a `maxIndicatorScore`, ktoré slúžia na zistenie minimálnych a maximálnych hodnôt vo všetkých mapách. V rovnaký čas prebieha i obdobný výpočet pre *LayoutScore*. Hodnoty predefinovaných máp sú uložené v separátnom súbore `data.ts`. Výpočet prebieha prostredníctvom predefinovaného vzorca výpočtu normalizácie rozsahom.

```
private updateResults() {
  let minIndicatorScore = +99999999;
  let maxIndicatorScore = -99999999;
  let minLayoutScore = +99999999;
  let maxLayoutScore = -99999999;

  // Pre každú mapu sa počíta IndicatorScore a LayoutScore a aktualizuje sa hodnota min/max

  for (const map of [...this.internalMaps, ...(this.currentMap ? [this.currentMap] : [])]) {
    map.indicatorScore ??= {};
    let layoutScore = 0;
    for (let segmentTypeKey of Object.keys(this.segments)) {
      layoutScore += ((map.indicatorScore[segmentTypeKey] ?? 0) * (this.segments[segmentTypeKey].layoutScoreConstant ?? 0))
    }
    map.layoutScore = (layoutScore / 1.5);

    const indicatorScores = Object.values((map?.indicatorScore ?? {})).map(value => value ?? 0);
    minIndicatorScore = Math.min(minIndicatorScore, ...indicatorScores);
    maxIndicatorScore = Math.max(maxIndicatorScore, ...indicatorScores);
    minLayoutScore = Math.min(minLayoutScore, map.layoutScore ?? 0);
    maxLayoutScore = Math.max(maxLayoutScore, map.layoutScore ?? 0);
  }

  const norm = maxIndicatorScore - minIndicatorScore;

  // Pre každú mapu sa počíta normalizovaná hodnota so získaných dát

  for (const map of [...this.internalMaps, ...(this.currentMap ? [this.currentMap] : [])]) {
    map.indicatorScore ??= {};
    map.normalizedIndicatorScore ??= {};
    for (let key of Object.keys(map.indicatorScore)) {
      map.normalizedIndicatorScore[key] = ((map.indicatorScore[key] ?? 0) - minIndicatorScore) / norm;
    }
    map.normalizedLayoutScore = ((map.layoutScore ?? 0) - minLayoutScore) / (maxLayoutScore - minLayoutScore);
  }

  // Ďalšia časť kódu...
```

**Heatmapa** následne preberie hodnoty normalizovaného *IndicatorScore* pre užívateľskú mapu a taktiež pre predefinované mapy. **Scatterplot** zase prevezme normalizované hodnoty *LayoutScore*. Všetky hodnoty majú nastavenú fixnú hodnotu pre os *y* 0. Tento prístup umožňuje zamerať sa výlučne na rozptyl normalizovaných hodnôt *LayoutScore* na ose *x*.

## Implementácia do webového prostredia

Implementácia nástroja *InfoMap* do webového prostredia prebehla prostredníctvom začlenenia kompilovaného kódu na webhosting. Kompilačný proces umožňuje konverziu *TypeScript* kódu na *JavaScript* a zároveň vhodnú optimalizáciu pre webové prehliadače (Angular, 2024b). Tento proces bol zvolený kvôli efektívnemu začleneniu celého prostredia tak, aby nedošlo ku konfliktu s ďalšími

internými súčasťami šablón existujúceho webu a zároveň sa čo najviac znížila záťaž webového prehliadača. Kompilačný proces v Angular bol vykonaný pomocou Angular CLI (Command Line Interface tool). Pôvodný kód v TypeScript i kompilovaný kód implementovaný na webhosting sú dostupné v prílohách práce. Umiestnenie nástroja sa nachádza na webových stránkach dostupných na adrese <https://cartography.upol.cz/infomap/>.

### 7.3 Overenie funkcionality

Použitelnosť nástroja *InfoMap* bola validovaná prostredníctvom **prípadovej štúdie** na 36 vstupných obrazov využitých v prípadových štúdiách metriky *IGV*. Cieľom prípadovej štúdie je overiť mieru podobnosti výsledkov nástroja *InfoMap* a metriky *IGV*. Vzájomné porovnanie prístupov dopĺňa **užívateľské testovanie** realizované na vzorke zhodnej vzorke 20 respondentov, ako u predošlého testovania. Účelom bolo prakticky otestovať nástroj *InfoMap*, získať podnety a komentáre k jeho funkcionalite, a ohodnotiť nástroj podľa stanovených kritérií.

**Prípadová štúdia** využila zdrojové súbory manuálnej segmentácie obrazov v prostredí Adobe Photoshop a GIMP z testovania metriky *IGV* k čo najvernejšiemu vyčleneniu oblastí komponent v nástroji *InfoMap*. Práve presnosť vyčlenenia, ktorá je prevádzaná manuálne, má najväčší vplyv na výsledné hodnoty, nakoľko výber oblasti v mriežke ovplyvňuje oblasť, z ktorej sú vypočítavané parametre vstupujúce do ďalších výpočtov. Veľkosť mriežky nástroja odpovedá mriežke segmentujúcej obraz pri desktopovom testovaní. Všetky obrazy taktiež vstupujú do prípadovej štúdie v rovnakej špecifikácii ako v predošlých testoch.

Namerané hodnoty indikátorov preukázali, že *InfoMap* dosahuje veľmi podobné hodnoty ako metrika *IGV*. K vyčísleniu korelácie medzi hodnotami bola vykonaná Spearmanovho korelácia medzi jednotlivými indikátormi, *IndicatorScore* a *LayoutScore*. Výsledky korelácie vykazujú obecné veľmi silnú pozitívnu koreláciu medzi všetkými hodnotami (viď tabuľka 18).

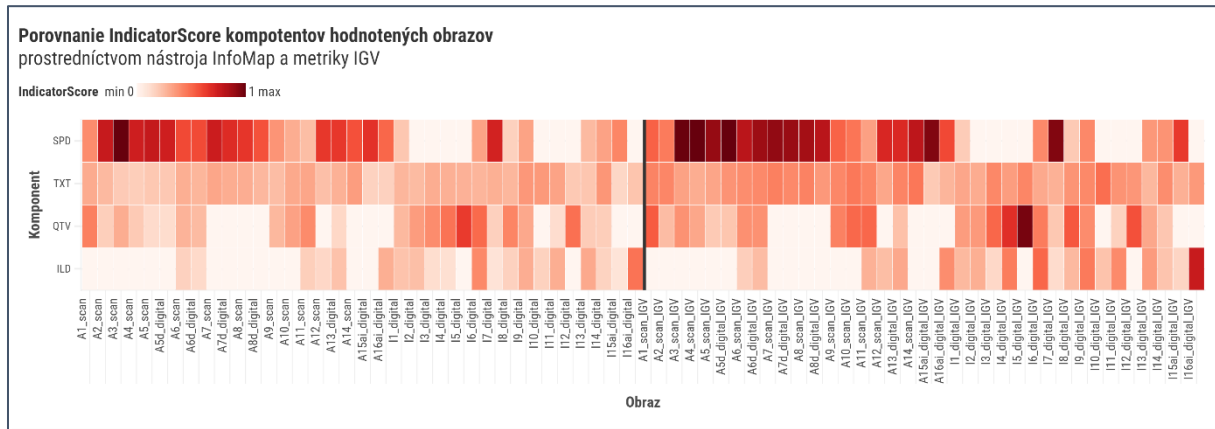
Tabuľka 18: Vyčíslená korelácia medzi výsledkami nástroja *InfoMap* a metriky *IGV*

	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\delta$	IndicatorScore	LayoutScore
Spearmanova korelácia	0,99	0,97	0,73	0,92	0,97	0,97

Najviac odlišné hodnoty dosahoval indikátor vizuálna prítlačivosť, ktorý pre svoj výpočet využíva hodnoty z histogramu obrazu. Histogram RGB k vyčísleniu jednej hodnoty prepočítava jednotlivé intenzity farieb podľa určeného koeficientu, ktorý môže byť v rôznych programoch rôzne nastavený. Hodnoty koeficientov prepočtu v softvare Adobe Photoshop nie sú z dokumentácie známe, preto nie je možné overiť jeho podobnosť s nastaveným prepočtom v nástroji *InfoMap*. V rámci nástroja je využiteľ najvyužívanejšej metódy váženého priemeru, ktorá prevádza obraz podľa koeficientov  $0,2126 \times R + 0,7152 \times G + 0,0722 \times B$ , ktorý využíva princíp zohľadňujúci najlepšiu citlivosť ľudského oka a je vhodný na výpočet kontrastu (International Organization for Standardization, 2020).

Pri porovnaní rozdielov indikátorov *InfoMap* od *IGV*, práve u vizuálnej prítlačivosti, je identifikovaná najväčšia smerodajná odchýlka hodnôt (5,9), kvôli získaným vyšším hodnotám u vybraných komponent obrazu *I6*, *A13*, *A15* a *A3* a naopak menším pri *I5* a *I16ai*, ktoré boli väčšie o viac než +/- 10 než u *IGV*. V priemere nižšie, ale podobné, hodnoty dosahuje *InfoMap* u grafickej náplne. Iba minimálne rozdiely sú detekované u farebnosti. Najmenšie rozdiely sú viditeľné v indikátore plochy pokrytia a sú spôsobené mierne odlišným vymedzím komponentu v rámci obrazu. Značia však podobné vyčlenenie komponent v rámci oboch meraní. Rozdiely v normalizovaných hodnotách v rámci jednotlivých obrazov prináša interaktívna vizualizácia <https://bit.ly/rozdiel-infomap-IGV>.

Z pohľadu *IndicatorScore* a *LayoutScore* nástroj *InfoMap* vyjadruje podobné hodnoty s vysokou mierou korelácie ( $r=0,97$ ). Hodnoty však nie sú identické. Obecne, jedná sa o nižšie hodnoty než u meraní prostredníctvom *IGV*. Z porovnania však vyplýva, že *InfoMap* prezentuje relevantnú reprezentáciu *IndicatorScore*, ktorá podobnými hodnotami popisuje rovnaký obraz tak, ako metrika *IGV*. Vizuálna distribúcia grafickej dominancie z obrazov hodnotených oboma prístupmi na obrázku 45 preukazuje podobnosť výsledkov.

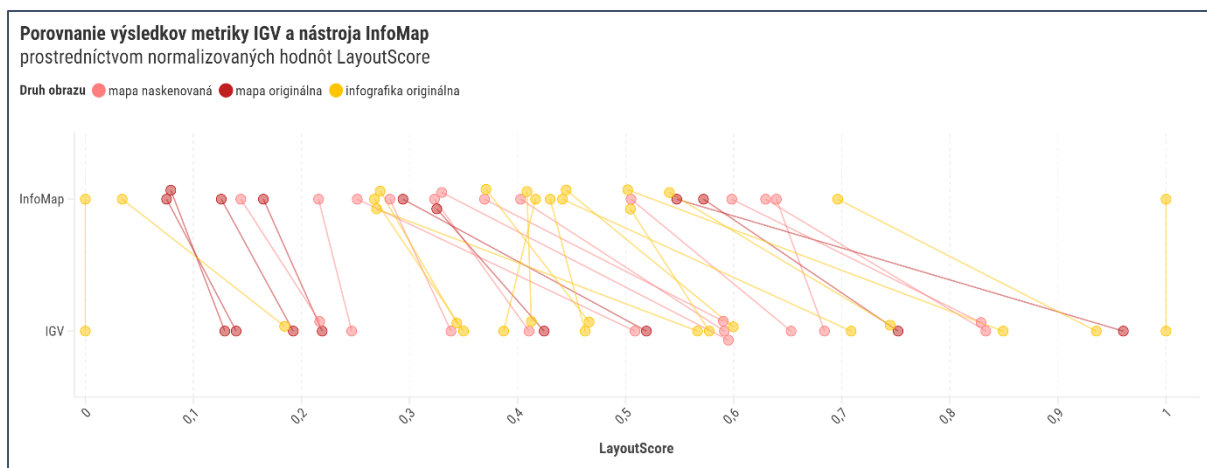


Obrázok 45: *IndicatorScore* prostredníctvom hodnôt *InfoMap* (vľavo) a *IGV* (vpravo).  
Dostupné online: <https://bit.ly/infomap-IGV>

Výrazné rozdiely v *IndicatorScore* sú vysoko závislé na hodnote indikátora vizuálnej prítlačivosti. Napríklad komponent SPD u máp *A2*, *A3* a *A13* je výraznejší ako okolie a tak ho hodnota indikátora vhodne kvantifikačne zvýhodnila oproti elementom viac, než pri metrike *IGV*. Naopak komponent QTV u *I5*, SPD u *A12* a *I16ai*, nie sú voči svojmu okoliu až tak vizuálne dominantné, čím hodnota klesla. Obecne je schéma rozloženia dominantnosti elementov zachovaná s tým, že najdominantnejšie elementy nedosahujú tak ostrú kvantifikovateľnú hranicu, čo umožňuje detekovať viac rozdielov medzi obrazmi.

V rámci hodnôt *LayoutScore* je viditeľná ich zmena s taktiež klesajúcou tendenciou oproti *IGV* (viď obr. 46). Priemerný rozdiel hodnôt *LayoutScore* je 0,33 v prospech metriky *IGV*. Pri porovnaní normalizovaných hodnôt na obrázku 47 je možné identifikovať, že deväť máp v kontexte celej hodnotenej vzorky si zachovalo svoje umiestnenie v rámci vyčlenenej škály. V oboch prípadoch najlepšie aj najhoršie hodnotený obraz bol identický. Predovšetkým u máp *A5–A8*, ktoré obsahujú vzorku naskenovaných elementov, sa zmenšil ich rozdiel vo veľkosti *LayoutScore*, čím sú si z pohľadu metriky podobnejšie. Obrazy *I1* a *I2*, ktoré sú si svojou skladbou i spracovaním podobné, dosahujú v nástroji *InfoMap* podobné hodnoty. Výraznejšie odlišnú hodnotu dosiahol aj obraz *I7*, ktorého *LayoutScore* sa zvýšilo a priblížilo sa svojim skóre príkladom mapy *A2*, ktorá je síce grafickým spracovaním odlišná, ale z pohľadu obsiahnutých elementov vykazuje znaky podobného infografického konceptu ako práve *I7*.

Pre robustnejšie testovanie nástroja bolo vykonané hodnotenie na ďalších 50 obrazoch využitých pri prípadovej štúdie testovania *machine learning* metódy (viď kapitola 6.4). Výsledky preukázali, že nástroj vykazuje konštantné výsledky a nedochádza k žiadnym výkyvom merania či technickým problémom nástroja. Vizuálne vzory distribúcie grafickej výraznosti komponent zostali zachované, tak ako ich vyčlenili prípadové štúdie v rámci testovania metriky *IGV*. Porovnateľnosť prostredníctvom *LayoutScore* zostala taktiež zachovaná. So zvyšujúcim sa počtom vzorky obrazov je i viac vypovedajúcejšia pozícia mapy na škále od 0 do 1. Výsledky je možné vizuálne preskúmať na webových stránkach <https://bit.ly/infomap-extended>.



Obrázok 46: Porovnanie hodnôt a zmena LayoutScore meraním v nástroji InfoMap a s metrikou IGV.  
Dostupné online: <https://bit.ly/infomap-IGV-2>

Z vykonanej prípadovej štúdie porovnávajúcej výsledky metriky *IGV* a nástroja *InfoMap* je možné konštatovať, že nástroj *InfoMap* vhodne implementuje metriku *IGV*. S využitím unifikovaného zberu charakteristík obrazu sú výsledky vypovedajúcejšie. Obecne, mapové obrazy preukazujú svojimi hodnotami viac vypovedajúce hodnoty o infografickom štýle. Aj napriek tomu, že je medzi hodnotami metriky *IGV* a nástrojom *InfoMap* vysoká korelácia, doporučuje sa k explicitnému porovnávaniu hodnôt využiť vždy iba jeden prístup, pretože dosiahnuté hodnoty nie sú vo všetkých prípadoch rovnaké. Viac vypovedajúce hodnoty podložené jednotným získavaním parametrov obrazu a následným výpočtom indikátorov vykazuje nástroj *InfoMap*. Vďaka exaktnejšiemu výberu komponent, zaručenému unifikovanému rozlíšeniu vstupného obrazu a jasne zdokumentovanému pôvodu hodnôt z histogramu obrazu pre samostatné pixely, sú získané hodnoty vypovedajúcejšie. Podrobnejšiu spracovanú komparáciu výsledkov prostredníctvom kolekcie vizualizácii zhŕňa <https://bit.ly/infomap-IGV-overall>.

**Užívateľské testovanie** nástroja *InfoMap* nepreukázalo žiadne výrazné nedostatky v rámci funkčnej a výpočtovej logiky. Z hodnotení respondentov vyplýva, že v porovnaní s metrikou *IGV*, i ďalšími testovanými metrikami (viď kapitola 5.2), nástroj poskytuje jednoduchší spôsob hodnotenia máp s prakticky uplatniteľnými výsledkami, ktoré majú vysokú vypovedajúcu hodnotu predovšetkým vďaka automaticky generovaným vizualizáciám a výpočtu. Niektorí respondenti zaznamenali vysokú hardwarovú náročnosť nástroja, ktorá na menej výkonných počítačoch zapríčiňovala pomalý výpočet výsledkov. Navrhnuté vylepšenia užívateľského rozhrania boli zapracované do finálnej verzie nástroja zahrnutého v prílohách tejto práce. Oproti testovanej verzii bolo finálne prostredie preložené do anglického jazyka, doplnila sa funkcia „autoscroll“ po vypočítaní výsledkov a bol doplnený popis ku grafickým výsledkom. V hodnotení prostredníctvom vyčlenených siedmych kritérií, nástroj *InfoMap* dosiahol najlepšie priemerné hodnotenie zo všetkých metrik hodnotených v tejto práci (pre porovnanie všetkých testovaných metrik v rámci tejto práce viď <https://www.cartography.upol.cz/infographics/metrics/>).

Nástroj *InfoMap* reprezentuje pokročilé riešenie pre exaktnú identifikáciu infografiky v kartografii, ktoré využíva vizuálne analytické nástroje založené na predefinovaných matematických princípoch vychádzajúcich z metriky *IGV*. Nástroj je optimalizovaný pre online použitie v rámci webového prehliadača, pričom môže počas výpočtového procesu spôsobovať dočasné zvýšenie zaťaženia systému. Podľa výsledkov užívateľského testovania, všetci respondenti dokázali s nástrojom efektívne pracovať bez výrazných problémov. Aj keď *InfoMap* neposkytuje výsledky priamo porovnateľné s užívateľským hodnotením máp a infografík vychádzajúcich z dotazníkového šetrenia, umožňuje identifikáciu vizuálnych charakteristík, ktoré sú užívateľskými testami ťažko identifikovateľné. *InfoMap* je spolu s popisom a používateľským manuálom je umiestnený na <https://www.cartography.upol.cz/infographics/infomap/>.

## 7.4 Používanie a uplatnenie

*InfoMap* je nástroj, ktorý slúži širokej odbornej i laickej verejnosti na hodnotenie vlastných alebo prevzatých máp z pohľadu spracovania v infografickom štýle. Na základe prevedených testov bolo preukázané, že infografický štýl sa prejavuje predovšetkým vyváženosťou grafickej dominancie komponentov obrazu. Čím sú identifikované komponenty graficky výraznejšie, tým rovnomernejšie vizuálne prezentujú informáciu svojou formou prostredníctvom hodnôt *IndicatorScore*. Hodnotenie získané prostredníctvom *LayoutScore* zas vyjadruje intenzitu infografického štýlu, pričom so zväčšujúcou sa hodnotou od 0 stúpa infografický štýl v obraze. Z logiky výpočtu nemá *LayoutScore* stanovené hodnotové hranice, preto nástroj ponúka vizuálne zhodnotenie získaného *LayoutScore* v kontexte autorsky otestovaných máp. Porovnávaním získaných *LayoutScore* je možné vzájomne zisťovať infografickosť hodnotených obrazov či ich podobnosť v kontexte infografického štýlu. Porovnaním *IndicatorScore* zas medzi sebou zrovnávať grafickú dominanciu jednotlivých komponent v obraze.

Pre vloženie do nástroja sa odporúča využiť mapy v danom rozlíšení 2 450 px × auto (alebo auto × 2 450 px v prípade obrátenej orientácie) a 150 DPI. I keď nástroj obrazy upravuje na tento rozmer, jedná sa len o prosté zväčšenie či zmenšenie obrazu. Nahrávanie je obmedzené na formát .JPG. Pri tejto konfigurácii vstupnej mapy je zaručená ideálna porovnateľnosť vykreslená v rámci grafických výstupov hodnotiaceho procesu. Užívateľ môže vložiť obrazy aj s inou špecifikáciou, avšak v takom prípade sa odporúča hodnoty porovnávať v rámci vlastného výskumu po uložení výstupných hodnôt vo vykreslenej tabuľke. Presnosť, s akou sú výsledky metriky vypočítané, veľmi závisí od vymedzenia komponentov prostredníctvom manuálneho užívateľského výberu. Pre čo najväčší komfort označovania je v nástroji prítomných šesť veľkostí označovania komponent prostredníctvom kurzora. Sú navrhnuté tak, aby dokázali čo najlepšie vymedziť zložité tvary v obraze na vykreslenej mriežke. V prípade omylu je prítomná možnosť ručného odznačenia a resetovania celého vytvoreného výberu.

Po spustení hodnotenia na pozadí prebehne výpočet parametrov a indikátorov, vrátane *IndicatorScore* a *LayoutScore*, ktoré sú následne špecificky pre vloženú mapu vykreslené prostredníctvom Radar Chart, Heatmapy, bodového grafu a tabuľky. Radar Chart vykresľuje hodnoty *IndicatorScore* vyčlenených komponentov, indikujúc intenzitu grafickej dominancie. Heatmapa *IndicatorScore* porovnáva s obrazmi, ktoré boli testované v rámci prípadových štúdií. Bodový graf ilustruje *LayoutScore* v kontexte preddefinovaných testovaných máp a infografík a špecificky vizualizuje umiestnenie hodnotenej mapy. Tabuľka ponúka užívateľovi vypočítané hodnoty pre ďalšie využitie.

Využitie nástroja *InfoMap* tak ponúka moderné riešenie pre presnú identifikáciu infografiky v kartografii, využívajúc vizuálne analytické nástroje, ktoré sú založené na konkrétnych matematických základoch vychádzajúcich z dlhodobého výskumu infografiky. Okrem tohto primárneho účelu je možné nástroj využiť ako efektívny spôsob zisťovania zloženia máp alebo iného obrazu z pohľadu jeho grafickej dominancie. Nástroj tiež umožňuje kvantifikovať iba vybrané indikátory špecificky vyčlenených častí obrazu, pretože výpočet prebehne za každých okolností. Údaje o relatívnej ploche pokrytia, vizuálnej prítlačivosti, farebnosti alebo grafickej náplne nie je možné získať z iného online nástroja na jednom mieste. Takéto údaje môžu slúžiť aj ako vstup pre ďalšie špecificky zamerané vedecké práce



## 8. VÝSLEDKY A VÝSTUPY

Výsledkom práce je nový koncept identifikácie a hodnotenia infografiky v mapách s využitím kvantitatívnej vizuálnej analýzy prostredníctvom metriky *IGV* implementovanej do semi-automatizovaného online nástroja *InfoMap*. Na základe rozsiahlej rešerše problematiky infografiky, vizuálnej analýzy a existujúcich konceptov hodnotenia obrazov v DC1 bola predstavená definícia infografiky v kartografii a aspekty jej hodnotenia. DC2 na základe získaných poznatkov vychádzajúcich z DC1 predstavuje návrh novej metriky *IGV* kvantitatívne ohodnocujúcu mapy z pohľadu ich infografického spracovania. Spolu s metrikou je predstavená i nová terminológia reflektujúca špecifiká infografík v mapách. V DC3 je realizovaných niekoľko prípadových štúdií podrobne testujúcich použiteľnosť metriky *IGV* spolu s testovaním štyroch využiteľných existujúcich metrík, ktoré sú navzájom porovnané prostredníctvom stanovených kritérií. DC4 implementuje metriku *IGV* do online nástroja *InfoMap*, pričom zohľadňuje poznatky získané v rámci prípadových štúdií, na základe ktorých metrický postup optimalizuje. Okrem praktických výstupov v podobe metriky *IGV* a nástroja *InfoMap* práca upresňuje *stanovením špecifickej terminológie, vymedzením definície a možnosťami hodnotenia* problematiku infografiky v kartografii. Výsledky je možné podrobnejšie rozdeliť podľa jednotlivých dielčích cieľov:

### DC1: Analýza prístupov a klasifikácie infografiky v súčasnej kartografii

Výsledkom riešenia DC1 zistenie súčasného stavu problematiky v kontexte infografiky (IG) a vizuálnej analýzy (VA). Zrovnanie a súhrn súčasných pojatí VA, IG a špecificky IG v kartografii je obsiahnutý v kapitole 3 prostredníctvom nasledujúcich výstupov:

- tabelárny prehľad pomenovaní, definícií a klasifikácii podľa konkrétnych autorov,
- grafické znázornenie výsledkov analýzy pojatí IG a VA,
- online interaktívne zhrnutie problematiky dostupné na <https://www.cartography.upol.cz/infographics/research/> a <https://www.cartography.upol.cz/infographics/visual-analysis/>,
- konkrétna definícia a klasifikácia IG a VA.

Pri riešení DC1 bolo zistené, že skúmaná problematika IG i VA je sledovaná niekoľko desiatok rokov, avšak predovšetkým v oblasti IG je výrazne nejednoznačná. V oboch prípadoch boli skúmané obecné princípy tak aj ich konkrétna aplikácia v rámci kartografického výskumu.

Z prieskumu teoretických východísk VA je možné identifikovať spoločný prístup viacerých autorov k problematike. V rámci DC1 bola stanovená definícia vizuálnej analýzy ako **vedy, ktorá sa zaoberá analytickým riešením problému prostredníctvom kombinácie štatistických metód a vizualizácií, ktoré aktívne zapájajú do svojho procesu kognitívne aspekty človeka**. Na základe toho pomáha odhaliť aj skryté súvislosti vedúce k riešeniu a porozumeniu problému. Jedná sa o previazaný proces, ktorý kombinuje viac na sebe závislých faktorov a riadi sa postupom: *analýza* → *vizualizácia* → *zobrazenie detailov* → *filtrácia* → *opätovná analýza*. V kartografickom výskume a procese tvorby máp je dôležitou súčasťou predovšetkým prípravy dát a záverečného hodnotenia výstupov.

V oblasti IG bola zistená výrazná absencia špecializovaných štúdií v oblasti obecného aj kartografického výskumu. Infografika je predovšetkým prostriedkom, ktorý výsledky rôzneho charakteru prezentuje, než samotným objektom výskumu. Existuje množstvo prístupov k definícii a delení infografiky, ktoré sa navzájom líšia z pohľadu špecifikácie ich stavebných prvkov, formy a použitia. Z dôvodu vysokej nejednoznačnosti vo vymedzení IG, bola zostavená vlastná definícia IG: **Infografika je komplexná vizualizácia, ktorá ľahko a efektívne vysvetľuje informáciu prostredníctvom kombinácie navzájom prepojených grafických elementov**.



IG môžeme deliť na základe *formy (statické, digitálne), interaktivity (statické, interaktívne) a obsahu (štatisticky, časovo, priestorovo a procesne orientované)*. Z pohľadu kartografického výskumu sa práca zaoberá *priestorovo orientovanými infografikami*, ktoré vo svojom obsahu dominantne prezentujú priestorové informácie a obsahujú priestorovú vizualizáciu, ktorou nutne nemusí byť mapa. Pretože kartografia je vedou o mapách, **IG v kontexte kartografického výskumu bolo operované s termínom infografický štýl, ktorý je možné aplikovať v určitej miere v samotnom mapovom diele**. Prostredníctvom identifikačnej metriky bolo cieľom možné túto mieru kvantifikovať a konštatovať, *v akej miere je mapa v infografickom prevedení*.

Identifikovanie kľúčových prvkov a prístupov v infografike spolu s využitím nástrojov text minigu a nástrojov vizuálnej analýzy sa zaoberá *Koniček, J.: Identification of evolution, changes and trends in world cartography using methods of computer linguistics and visual analytics. Kartografické listy, 28 (2), 53-68. 2020*. Hlavné definície, rysy a vývoj infografiky boli prezentované a uverejnené v *Konicek, J.: Key milestones of infographics evolution in cartography, Abstr. Int. Cartogr. Assoc., 2, 29, https://doi.org/10.5194/ica-abs-2-29-2020, 2020*. Medzinárodné dotazníkové šetrenie zamerané na determináciu mapy a priestorovo orientovanej infografiky bolo prezentované a uverejnené v *Konicek, J. and Rocha, M. F. D.: Visual comparison of differences in understanding to spatially oriented infographics, Abstr. Int. Cartogr. Assoc., 5, 108, https://doi.org/10.5194/ica-abs-5-108-2022, 2022*.

## **DC2: Koncept novej identifikačnej a hodnotiacej metriky pre infografiku v mapách**

Hlavným výsledkom riešenia DC2 je navrhnutá metrika *IGV* spolu s vyčlenením špecializovanej terminológie použiteľnej pri identifikácii IG (nielen) v mapách, založená na znalostiach a východiskách z DC1. Pri riešení DC2 v kapitole 4 vznikli dielčie výstupy a výsledky:

- vlastná metrika s podrobným popisom funkcionality a výpočtov,
- nová terminológia popisujúca elementy, komponenty a indikátory v infografike,
- prostredníctvom výsledkov metriky klasifikovať mapy v infografickom štýle *na mapovo orientované, textovo orientované, štatisticky orientované alebo ilustračné orientované; podľa dominantnej komponenty*,
- prehľad existujúcich metrik a hodnotiacich prístupov použiteľných pri identifikácii infografiky v kartografii,
- metrika *IGV* je spolu s manuálom prezentovaná na stránkach <https://www.cartography.upol.cz/infographics/igv/>.

Metrika *IGV* je založená na **štyroch komponentoch** – *Priestorovo orientovaná grafika (SPD), Kvantitatívna vizualizácia (QTV), Ilustratívna grafika (ILD) a Text (TXT)* definovaných **siedmymi elementami** (*Mapa, Graf / Diagram, Schéma, Tabuľka, Ilustrácia, Obrázok a Textový odstavec*), ohodnocovanými prostredníctvom **štyroch indikátorov** – *Plocha pokrytia ( $\alpha$ ), Grafická napln ( $\beta$ ), Vizuálna príťažlivosť ( $\gamma$ ) a Farebnosť ( $\delta$ )*, ktoré vstupujú ako ohodnotené veličiny do multikriteriálnej analýzy každého z hodnotených obrazov. Grafickú výraznosť **komponent** hodnoteného obrazu popisuje prostredníctvom **IndicatorScore**, na základe ktorého je váženým priemerom vypočítané **LayoutScore** popisujúce mieru infografického štýlu. Metrika svojím exaktným kvantitatívnym vymedzením a podaním výsledkov prostredníctvom vyčlenených dátových vizualizácií reflektuje typické rozdiely medzi mapami a infografikami, čím podporuje presnú špecifikáciu obrazu z pohľadu jeho infografického prevedenia. Podrobný popis metriky a návod k jej bezproblémovému využitiu bol spracovaný prostredníctvom prehľadného manuálu [https://bit.ly/IGV\\_manual](https://bit.ly/IGV_manual).

Navrhnutá metrika *IGV*, metóda *machine learning*, vizuálne zhrnutie, kvantitatívna analýza obsahu a dotazníkové šetrenie sa stali predmetom realizácie prípadových štúdií v DC3. Ostatné metriky a hodnotiace prístupy sa vyznačovali vyšším zameraním na obsah obrazu než jeho grafické spracovanie, čo z pohľadu vymedzovania infografického štýlu v mapách nie je relevantné.

Výsledok DC2 v podobe metriky *IGV* bol publikovaný v Konicek, J., Vozenilek, V., Vondrakova, A., And Barvir, R. (2024): *Quantitative Approach for Assessing Infographics in Atlas Cartography [in print]. Geographia Cassoviensis. ISSN: 1337-6748*. Navrhnutá metrika a postup jej prvotného testovania bola prezentovaná a popísaná v zborníku Konicek, J., Vozenilek, V., Vondrakova, A., and Barvir, R.: *Approaches for infographics evaluation in maps, Abstr. Int. Cartogr. Assoc., 3, 154, <https://doi.org/10.5194/ica-abs-3-154-2021>, 2021* a taktiež na *Medzinárodnej kartografickej konferencii (ICC 2019 v Tokiu), 23. kartografickej konferencii 2019 v Kutnej Hore, konferencii Aktivity v kartografii 2019 v Bratislave* so súhrnným podtitulom *Infografika v moderní kartografii*.

### DC3: Užívateľské testovanie metrik pri identifikácii infografiky v mapách

Riešenie DC3 prebiehalo prostredníctvom realizácie prípadových štúdií na vzorke máp a infografík od rozličných autorov, časových období, tematického zamerania a výtvarného prevedení. Výsledkom DC3 spracovaného v kapitolách 5 a 6 sú:

- optimalizovaná metrika *IGV*,
- séria otestovaných máp prostredníctvom vybraných metrik,
- definované parametre vstupných obrazov do metriky *IGV* ako *rozlíšenie 150 DPI, farebný priestor RGB a rozlíšenie 2450 px × auto*,
- vizuálne hodnotená a porovnaná skupina vybraných metrik prostredníctvom stanovených kritérií *I. výpočetná náročnosť, II. softwarová náročnosť, III. hardwarová náročnosť, IV. časová náročnosť, V. užívateľská prívetivosť, VI. miera automatizácie, VII. forma a výpovedná hodnota výsledkov*,
- ohodnotený prehľad metrik s popisom je dostupný na <https://www.cartography.upol.cz/infographics/metrics/>.

V prvej fáze DC3, popísanej v kapitole 5, bolo prevedené rozšírené testovanie metriky *IGV*, ktoré prebiehalo na celkom 48 obrazoch rozdelených do troch skupín – schematické, mapy a infografiky. V rámci **prípadových štúdií vykonaných na schematických obrazoch** sa testovala schopnosť *detekovať kontrastnosť, identifikovať zložitost', vplyv role výberu elementov, popísať vplyv farebnej zmeny a podfarbenia elementov*.

Výsledky prípadových štúdií **potvrdili** nasledujúce predpoklady:

- *Zvýšenie kontrast u elementu sa prejavuje zvýšením hodnoty indikátorov  $\alpha$  a  $\delta$ ,*
- *Obrazy v inverznom prevedení dosahujú veľmi podobné hodnoty indikátorov,*
- *Zmena bieleho pozadia na čierne nemá výrazný vplyv na zmenu hodnôt indikátorov,*
- *Vnútoraná zložitost' elementov i pozadia ovplyvňuje priamoúmerne hodnoty indikátora  $\gamma$  a  $\delta$ ,*
- *Farebné obrazy obecné dosahujú nižšie hodnoty indikátorov než monochromatické obrazy,*
- *Elementy bez farebného pozadia dosahujú nižšie hodnoty indikátorov.*

Výsledky prípadových štúdií **čiastočne potvrdili** hypotézu, že jednoduchší zber údajov na rozsegmentovanom vstupnom obraze bude dosahovať nižšie hodnoty indikátorov avšak tieto hodnoty budú korelovať s hodnotami nerozsegmentovanom vstupného obrazu. *Hodnoty indikátorov v rozsegmentovanom obraze síce dosahovali nižšie hodnoty, avšak všetky medzi sebou nevykazovali koreláciu.*

Na základe tohto zistenia **bolo doporučené prevádzať výpočty nad pôvodným obrazom**, pričom rozsegmentovaný obraz má slúžiť iba k výberu elementov v obraze.

Prípadové štúdie na mapách overili na referenčnej vzorke identických naskenovaných a digitálnych mapách vplyv naskenovaného obrazu na výsledné hodnoty indikátorov *IGV*. V kontexte metriky *IGV* je možné konštatovať, že i napriek tomu, že hodnoty naskenovaného obrazu dosahujú vyššie hodnoty indikátorov, v priemere nedosahujú výrazne vyššie hodnoty *LayoutScore*, ktorý je podstatný pre porovnanie obrazov medzi sebou.

Prípadové štúdie testujúce mapy a infografiky sa zamerali na výpovednosť nameraných hodnôt *IndicatorScore* (popisujúce vizuálnu dominanciu priestorového, textového, ilustračného a kvantitatívneho komponentu v obraze) a *LayoutScore* (popisujúce mieru infografického štýlu v obraze). Prípadové štúdie na danej vzorke obrazov **preukázali schopnosť kvantitatívne vyjadriť mieru infografického štýlu prostredníctvom hodnoty *LayoutScore***. Infografické obrazy obecné dosahovali vyšších hodnôt než mapové obrazy. So znižujúcou sa hodnotou *LayoutScore* klesá i infografický štýl v mapách. **Kvantifikovaním hodnôt *IndicatorScore* je možné kategorizovať hodnotené mapy do kategórií: mapovo orientované, textovo orientované, štatisticky orientované alebo ilustračne orientované; podľa dominantnej komponenty. Infografiky a mapy je možné od seba odlíšiť i typickým správaním hodnôt *IndicatorScore***. Vyrovnanejšie hodnoty *IndicatorScore* u komponentov testovaného obrazu značia vyrovnanú grafickú dominanciu medzi nimi, čo z testovania potvrdzuje infografický štýl. Výraznú dominanciu jedného komponentu (zvyčajne priestorového) a potlačenie či absenciu ostatných je možné na základe testovania priradiť mapám.

V rámci **prípadových štúdií** venujúcich sa overovaniu využiteľnosti metrick vyčlenených v DC2 vstúpilo 32 vzorových obrazov (16 máp a 16 infografík) do hodnotenia. Prípadové štúdie boli doplnené o **užívateľské testovanie**, ktorého sa zúčastnilo 20 respondentov, expertov v oblasti kartografie, GIS či geografie, ktorí prostredníctvom riadeného rozhovoru zhodnotili vybrané metriky. Taktiež vytvorili ich hodnotenie prostredníctvom kritérií: *I. výpočetná náročnosť, II. softwarová náročnosť, III. hardwarová náročnosť, IV. časová náročnosť, V. užívateľská prívetivosť, VI. miera automatizácie, VII. forma a výpovedná hodnota výsledkov*. Popis využiteľnosti metrick v rámci prípadových štúdií pri kvantifikácii infografického štýlu v mapách spolu s vizuálne spracovaným hodnotením vyčlenených kritérií popisuje kapitola 6. V kontexte navrhnutých testov, ich realizácie a získaných výsledkov je možné testované metriky zaradiť do dvoch kategórií – metriky kvantifikačne popisujúce obrazy z ich vizuálneho prevedenia a metriky kvantifikačne popisujúce obrazy z ich vizuálnych a obsahových vlastností. Na vizuálne prevedenie obrazu najlepšie popisovali *vizuálne zhrnutie, machine learning a dotazníkové šetrenie*. Obrazy podobné svojim vizuálnym spracovaním dosahovali prostredníctvom uvedených metrick podobné výsledky podložené stredne silným až silným Spearmanovým korelačným koeficientom.

Síce rýchla a efektívna metóda *machine learning* však kategorizuje a vyčísluje mieru príslušnosti k mape alebo infografike výlučne na základe podobnosti vizuálneho spracovania bez ohľadu na jeho obsahové zloženie a stavebné elementy. Respondenti, či hodnotitelia využívajúci metódy *vizuálneho zhrnutia a dotazníkového šetrenia* síce svojou znalosťou a zameraním štúdiu môžu viac alebo menej reflektovať obsahovú stránku obrazu, avšak intenzitu príslušnosti k mape alebo infografike väčšinou prislúcha práve vizuálnemu spracovaniu obrazu. Uvedené metriky v danom prevedení vykazujú výsledky interpretovateľné tak, *že čím viac využíva moderné grafické prvky, ilustrácie a dátové vizualizácie, tým viac narastá príslušnosť k infografike*.

Zloženie, spracovanie a vizuálne charakteristiky samotného obrazu bližšie spracovávajú metriky *QCA* a *IGV*, ktoré prostredníctvom svojich indikátorov, kódov (u *QCA*), resp. elementov a indikátorov (u *IGV*) dokážu popísať vlastnosti i obsah obrazu z pohľadu konštrukčných prvkov. *QCA* na základe vhodne stanovených kódov určených autorom, ktoré je možné následne kvantifikovať, dokáže podrobne popísať obraz i jeho zloženie, a na základe toho obecné vyhodnotiť mieru infografického štýlu (pozn. univerzálne odporúčanie na tento výpočet v literatúre uvedené nie je). Metrika *IGV* identifikuje v obraze presne definované elementy a na základe ich charakteristiky z pohľadu stanovených indikátorov vypočítava charakteristiku obrazu, ktorú na základe definovaného prepočtu kvantifikuje a obrazy porovnáva. *QCA* i *IGV* (pred automatizáciou) patria medzi časovo i výpočetne náročnejšie metódy, ktoré však *dokážu obraz popísať na základe jeho zloženia a vychádzajúc z jeho charakteristik vyčíslit mieru infografického štýlu.*

Samotná metrika **IGV je jedinou z testovacích metrík, ktorá dokáže objektívne, na základe predom stanovených matematických výpočtov, kvantitatívne popísať obraz z pohľadu infografického zloženia a jeho vizuálnych charakteristík** s využitím *IndicatorScore* definovaných komponent. Prináša taktiež matematicky podložený prepočet *LayoutScore*, ktorý v kontexte ďalších ohodnotených obrazov metriku *IGV* dokáže interpretovať mieru infografického štýlu. Pre potreby vyššej využiteľnosti je potrebné jej dielčie procesy automatizovať tak, aby vyžadovala menšie užívateľskú a časovú náročnosť. Optimalizáciu a automatizáciu popisuje DC4.

Výsledok DC3 v podobe metriky a jej testovania *IGV* bol publikovaný v článku *Konicek, J., Vozenilek, V., Vondrakova, A., And Barvir, R. (2024): Quantitative Approach for Assessing Infographics in Atlas Cartography [in print]. Geographia Cassoviensis. ISSN: 1337-6748.* Prehľad metrík a možnosti hodnotenia infografiky v kartografii boli prezentované v rámci príspevku *Praktické prístupy identifikácie infografiky v kartografii* na konferencii Geokarto 2022 a na Medzinárodnej kartografickej konferencii vo Florencii 2022 v príspevku *Approaches for infographics evaluation in maps.*

#### **DC4: Implementácia novej metriky do online nástroja**

V rámci riešenia DC4 bol vyvinutý **semi-automatizovaný online nástroj *InfoMap***, ktorý integruje navrhnutú metriku *IGV*. Aplikačné prostredie, vyvinuté s využitím frameworku *Angular* a naprogramované s využitím jazyka *TypeScript*, umožňuje automatizáciu zberu parametrov a vykonávanie predefinovaných operácií v rámci jednoduchého užívateľského prostredia. *InfoMap* efektívne automatizuje výpočty kľúčových indikátorov, *plocha pokrytia, vizuálna príťažlivosť, grafická náplň a farebnosť; IndicatorScore* a *LayoutScore*, a výsledky automaticky vizualizuje v grafickej aj tabelárnej podobe užívateľovi. Interakcia používateľa s nástrojom je obmedzená na nahrávanie vlastnej mapy a označenia vybraných obrazových komponentov prostredníctvom predefinovanej mriežky. *InfoMap* kvantitatívne hodnotí grafickú výraznosť jednotlivých komponentov v hodnotenej mape prostredníctvom *IndicatorScore*. Miera infografického štýlu je kvantifikovaná pomocou *LayoutScore*, ktorý slúži ako porovnávací metrický ukazovateľ oproti iným hodnoteným mapám, naznačujúc, že vyššia hodnota *LayoutScore* vyjadruje s výraznejšou aplikáciou infografického štýlu založeného na grafickej dominancii vyčlenených komponentov.

Výsledky získané hodnotením v nástroji *InfoMap* boli v rámci **prípadovej štúdie** porovnané s výsledkami metriky *IGV* na jednotnej vzorke 36 máp, využívanej i pri prípadových štúdiách na metriku v rámci DC3. V rámci záťažového testu nástroja bolo otestovaných ďalších 50 máp. Výsledky preukázali veľmi silnú koreláciu medzi získanými výsledkami indikátorov:  $\alpha$  ( $r=0,99$ ),  $\beta$  ( $r=0,97$ ),  $\gamma$  ( $r=0,717$ ) a  $\delta$  ( $0,92$ ). Odlišnejšie, ale stále podobné hodnoty, boli získavané indikátorom vizuálna príťažlivosť ( $\gamma$ ) vďaka explicitne stanovenému výpočtu smerodajnej odchýlky z histogramu, ktorý využíva jednotný prístup k prepočtu RGB modelu do jednonárovej charakteristiky odpovedajúcej najlepšie identifikácii



kontrastnosti. Z pohľadu *IndicatorScore* a *LayoutScore* nástroj InfoMap vyjadruje podobné hodnoty s vysokou mierou korelácie ( $r=0,97$ ). Výsledné hodnoty sú obecné nižšie než u meraní prostredníctvom *IGV*. Minimalizujú však rozdielnosť digitálnych a naskenovaných ekvivalentných máp, približuje k sebe skóre zložením podobných máp a vyrovnanejšie popisuje hodnoty indikátorov.

Z vykonanej prípadovej štúdie porovnávajúcej výsledky metriky *IGV* a nástroja *InfoMap* je možné konštatovať, že **nástroj InfoMap vhodne implementuje metriku IGV**. Použitie unifikovaného zberu charakteristík obrazu zabezpečuje vyššiu výpovednú hodnotu výsledkov. Napriek vysokej korelácii medzi hodnotami metriky *IGV* a nástrojom *InfoMap* sa odporúča používať vždy jeden prístup na explicitné porovnanie hodnôt, keďže výsledky sa nemusia vždy zhodovať. **InfoMap poskytuje presnejšie hodnoty** vďaka exaktnejšiemu výberu komponentov, unifikovanému rozlíšeniu vstupných obrazov a zdokumentovanému pôvodu hodnôt z histogramu obrazu pre jednotlivé pixely.

Realizované **užívateľské testovanie** zahŕňajúce 20 respondentov otestovalo funkcionálnosť nástroja a vytvorilo hodnotenia v kontexte navrhnutých kritérií uvedených v DC3. Respondenti neidentifikovali žiadne významné nedostatky v oblasti funkčnej a výpočtovej logiky. Návrhy na zlepšenie užívateľského rozhrania boli zapracované do verzie nástroja priloženej k tejto práci. Podľa hodnotení, nástroj poskytuje oproti metrike *IGV*, a iným ďalším vyčleneným metrikám, jednoduchší a prakticky implementovateľný prístup k hodnoteniu máp, ktorý je charakteristický mierou vypovedajúcej hodnoty výsledkov za základe definovaných výpočtov, užívateľskej špecifikácii a automaticky generovaným vizualizáciami. *InfoMap* je špecificky optimalizovaný pre online využitie v prostredí webového prehliadača, kde môže počas procesu spracovania dát dočasne zvýšiť systémové zaťaženie. Výsledky užívateľského testovania však preukázali, že všetci respondenti boli schopní efektívne interagovať s nástrojom bez výrazných obmedzení. Aj keď výstupy *InfoMap* nie sú priamo porovnateľné so subjektívnymi hodnoteniami máp a infografík získaných z dotazníkového prieskumu, nástroj umožňuje detekciu vizuálnych atribútov, ktoré sú v rámci kvalitatívnych užívateľských testovaní zložito identifikovateľné.

**Nástroj InfoMap predstavuje pokročilé riešenie pre exaktnú identifikáciu infografiky v kartografii**, využívajúc vizuálne analytické nástroje, ktoré sú založené na konkrétnych matematických základoch vychádzajúcich z dlhodobého výskumu infografiky. Nástroj spolu s popisom a používateľským manuálom je umiestnený na <https://www.cartography.upol.cz/infographics/infomap/>. V súčasnosti prebiehajú práce na zostavení publikačného výstupu DC4.

Uvedené výsledky dizertačnej práce spoločne prehľbujú výskum v oblasti infografiky v kartografii. Práca prináša jasnú definíciu infografiky, vizuálnej analýzy a špecificky pojmie infografiky v kontexte kartografie, podložené podrobnou analýzou odborných publikácií i užívateľskými prieskumami. Na základe takto vyjasnenej problematiky, vďaka ktorej je možné definovať a kategorizovať infografiku, rozvíja exaktný výskum identifikácie infografiky v kartografii prostredníctvom testovania existujúcich prístupov a návrhom vlastnej kvantifikačnej metriky *IGV*. Prostredníctvom prípadových štúdií a užívateľského testovania overila ich použiteľnosť a na základe získaných poznatkov optimalizuje metriku a implementuje ju do online nástroja *InfoMap*. Celú problematiku výskumu infografiky v kontexte kartografie s využitím metód vizuálnej analýzy taktiež spracováva v komplexnom online prehľade umiestnenom na stránkach <https://www.cartography.upol.cz/infographics/>.

Dizertačná práca „Vizuálna analýza pri identifikácii infografiky v kartografii“ tak prináša komplexný pohľad na infografiku, čím rozvíja a upresňuje jej pojmie v odbornej i laickej komunite. S využitím navrhnutého metrickeho postupu *IGV* alebo nástroja *InfoMap* poskytuje exaktné kvantitatívne hodnotenie máp z pohľadu infografického štýlu, ktoré sú priamo využiteľné v tvorbe moderných kartografických výstupov, edukačným účelom alebo ďalším vedeckým výskumom.

## 9. DISKUSIA

V rámci dizertačnej práce boli systematicky riešené rôzne aspekty problematiky infografiky, s dôrazom na ich aplikáciu v oblasti kartografie. Hlavným cieľom bolo vytvoriť kvantitatívnu metriku založenú na princípoch vizuálnej analýzy, ktorá by umožňovala jednoznačné rozlíšenie infografického štýlu v mapách na základe kvantitatívnych charakteristík ich komponentov. Problematika infografiky, nielen v kontexte kartografie, je charakteristická terminologickou a metodologickou nejednotnosťou, chýbajúcim jasným vymedzením, kategorizáciou a identifikáciou kľúčových charakteristík. Riešenie tejto problematiky si vyžiadalo sériu na seba nadväzujúcich krokov, ktoré zahŕňali detailný teoretický a praktický prieskum, definovanie kľúčových pojmov a formulovanie nových konceptov na základe vykonaných praktických experimentov. Medzi témami práce bolo zahrnuté testovanie, analýza a vylepšovanie existujúcich prístupov k infografike, z ktorých v rámci diskusie je vhodné uviesť nasledujúce:

### Vymedzenie definície a kategorizácie infografiky

Počas analýzy existujúcich prístupov v oblasti infografiky, ako je uvedené v DC1, bolo zistené, že existuje viacero definícií tejto problematiky, ktoré sú vo väčšine prípadov nejasné, nepresné alebo dokonca zavádzajúce. Terminológia týkajúca sa infografiky vo veľkej miere pochádza z tematicky orientovaných blogov a webových stránok než z vedeckých štúdií. V oblasti kartografie je téma infografiky riešená v súčasnosti len okrajovo. Na základe zhromaždených poznatkov preto **bola spracovaná nová definícia infografiky a jej kategorizácia**. Zvláštny dôraz bol kladený na **vymedzenie infografiky v kontexte kartografie ako štýlu**, ktorý je do určitej miery aplikovaný v mapových dielach. Toto vymedzenie nie je odvodené iba z analyzovaných relevantných vedeckých štúdií, ale tiež z výsledkov užívateľských prieskumov, ktoré boli vykonané na rôznych skupinách respondentov s rôznymi znalosťami, vekom a národnosťou. Na základe získaných poznatkov z odborných štúdií, užívateľských prieskumov a špecifických analýz prístupov odbornej komunity k téme, mohli byť identifikované spoločné charakteristiky, ktoré viedli k formulácii definícií uvedených v kapitole 3.2.5. Keďže riešená problematika a definície sú relatívne nové, všetky ďalšie ciele práce sa zaoberajú ich vhodným zakotvením v rámci oblasti kartografie.

### Limity užívateľských testovaní

Aj napriek obmedzenému počtu respondentov a ich jednoduchému, avšak účinnému koncipovaniu, užívateľské testovania v rámci DC1 a DC2 poskytli dôležitý pohľad do problematiky infografiky a jej hodnotenia. Vzorka 70 respondentov v DC1 **bola porovnateľná so štúdiami iných výskumov, ktoré sa zaoberali hodnotením máp** (Barvíř, 2021; Burian a kol., 2018 alebo Alacam a kol., 2009). Následné medzinárodné dotazníkové šetrenie v DC1 zhromaždilo dáta od 296 respondentov, čo možno považovať za reprezentatívnu vzorku. Prieskumy v rámci DC1 *mali za účel overiť znalosti respondentov o infografike a priniesť ich predstavy o tejto téme*. **Zistené poznatky pomohli špecifikovať definíciu infografiky a upresniť jej vnímanie v kontexte kartografie**, kde nie je dostupných množstvo odborných zdrojov.

Dotazníkové šetrenie v rámci DC4 testovalo koncept kvantitatívneho vyjadrenia infografického štýlu v mapách, čo umožnilo efektívne získavanie dát porovnateľných s inými metrikami. Hoci užívateľské dáta o hodnotení mapy alebo infografiky nízko korelovali s dátami ostatných metrík, vrátane navrhutej IGV metriky, nemôžeme považovať ostatné výsledky za nesprávne. *Každá z testovaných metrík hodnotí infografiku z iného hľadiska*. Navrhnutá metrika IGV hodnotí vstupné obrazy na základe obsahových a grafických charakteristík, zatiaľ čo užívateľské hodnotenie zohľadňuje znalosti aj osobné preferencie respondentov, ktoré nemusia vždy korešpondovať so správnosťou hodnotenia.



Užívateľská štúdia v DC3 a DC4 priniesla ďalší pohľad na hodnotenie obrazov, najmä v súvislosti s budúcim hodnotením infografického štýlu v mapách a jeho optimalizáciou. V budúcnosti môže dôjsť k prepojeniu exaktného a užívateľského hodnotenia. V tejto dizertačnej práci smerovalo zameranie na **presné meranie a jeho využitie v oblasti exaktného kvantitatívneho merania v rámci mapových obrazov** s možnosťou jeho rozvoja v budúcnosti.

### Vymedzenie vlastnej terminológie v oblasti infografiky

Z výsledkov DC1 jasne vyplynulo, že problematika infografiky je nejasná špecifická terminológia z pohľadu stanovených kľúčových stavebných prvkov či vlastností neexistuje. **Bez jasne definovaných stavebných prvkov definujúcich infografiku nie je možné efektívne kvantifikovať, opísať ani odlišovať mapy a infografiky.** V práci preto na základe existujúcich kartografických kompozičných prvkov máp a získaných znalostí z DC1 bola stanovená jednotná terminológia špecifikujúca unikátne elementy, komponenty a indikátory, prostredníctvom ktorých je možné popísať infografický štýl v mapách. Takto stanovená terminológia bola následne záväzná v rámci celej dizertačnej práce a svojou povahou prispieva k vyššej špecifikácii infografiky v kartografickej tvorbe a výskume.

### Voľba hodnotených obrazov v rámci prípadových štúdií

Vytvorená vzorka obrazov obsahovala rôzne prevedenia atlasových máp, mapových posterov a infografík v digitálnej aj naskenovanej forme, **s cieľom dosiahnuť čo najväčšiu variabilitu a porovnateľnosť výsledkov z použitých metrík. Jednotný štandard formátu, rozlíšenia a relatívnych rozmerov obrazov zabezpečil vysokú mieru porovnateľnosti výsledkov.** Identifikovaný vplyv skenovania na hodnoty výsledkov *IGV* metriky viedol k optimálnemu prispôsobeniu nástroja *InfoMap* a tento vplyv nemal možnosť skresliť výsledky ďalších testovaných metrík z podstaty ich hodnotenia.

Absencia vzorky schematických obrazov v prípadových štúdiách, ktoré testovali funkcionality *IGV* metriky spolu s ďalšími metrikami, bola zámerná, keďže tieto štúdie boli navrhnuté tak, aby overili účinnosť indikátorov metriky *IGV*. Ďalšie metriky boli použité v štúdiách na testovanie obrazov a nepožadovali podobnú optimalizáciu.

Naopak, pridanie ďalších 50 obrazov bolo nevyhnutné pre prípadovú štúdiu, ktorá testovala klasifikáciu metódy machine learning v rámci softvéru Orange, keďže bez týchto obrazov by nebolo možné vykonať klasifikáciu. Priradenie týchto obrazov k testovaniu ďalších metrík by si vyžadovalo značné časové a ľudské zdroje pre manuálne hodnotenie, pričom by prínos k získaným výsledkom bol minimálny. Rovnaká vzorka obrazov bola použitá aj v záťažových testoch pre optimalizáciu nástroja *InfoMap*.

### Špecifiká metriky *IGV*

Pre efektívnu identifikáciu infografiky a infografického štýlu v mapách je kľúčové využívať multifaktorové metriky, ktoré kombinujú kvalitatívne a kvantitatívne prvky. Ako bolo preukázané, väčšina existujúcich metrík sa opiera o kvalitatívne hodnotenie, pričom kvantitatívna metrika, ako je navrhnutá v tejto práci, nie je vyvinutá. V rámci dizertačnej práce bol preto plne rozvíjaný a porovnávaný exaktný kvantitatívny prístup, ktorý má potenciál podávať matematicky podložené a zrovnateľné výsledky vďaka špecifikovanej metodológii.

Metrika *IGV* aplikuje tento prístup, snažiac sa prostredníctvom kvantitatívnych charakteristík zachytiť podstatu teoretických konceptov infografiky. Práve z toho dôvodu sú jednotlivé elementy kategorizované do tematicky zvolených komponentov a hodnotené prostredníctvom indikátorov špecificky súvisiacich s problematikou infografík.

Cieľom je kvantitatívne zachytiť a popísať hodnotený obraz spôsobom, ktorý buď aproximuje, alebo sa odchyľuje od doteraz iba teoreticky popísaného konceptu infografík.

Metodológia predstavuje nový prístup k definovaniu „miery infografickosti“ mapových stránok prostredníctvom normalizácie všetkých získaných hodnôt *LayoutScore* z meraní na rozličných obrazoch, ako aj pomocou vizuálnej analýzy „čistých“ výstupných hodnôt *IndicatorScore*. V kontexte budúceho vývoja sa očakáva ďalší vývoj tejto metriky, pričom dlhodobý výskum by mohol prispieť k jej zdokonaleniu a precíznejšiemu terminologickému vyčleneniu. Všetky elementy, komponenty a indikátory sú navrhnuté tak, aby boli v súlade s flexibilnou koncepciou metriky, čo umožňuje ich ľahké doplnenie a aktualizáciu v budúcnosti.

### Špecifiká nástroja InfoMap

Nástroj *InfoMap* je navrhnutý tak, aby uľahčil prácu pri používaní *IGV* metriky. Jedná sa o užívateľsky jednoduchý online analytický nástroj, ktorý umožňuje ohodnotiť zvolenú mapu a automaticky vizualizovať výsledky. Existuje potenciál pre rozšírenie a optimalizáciu nástroja, zameraný na zrýchlenie procesu hodnotenia a redukciu subjektívnych skreslení, najmä v oblasti identifikácie komponentov obrazu. Aplikácia metód automatickej detekcie obsahu by pritom vyžadovala spoluprácu s odborníkmi v danej technologickej oblasti, vzhľadom na jej špecifický a pokročilý charakter. Rovnako sa ukazuje príležitosť pre rozvoj užívateľského rozhrania, ktoré by umožnilo porovnávanie máp vytvorených užívateľom s tými, ktoré vytvorili iní užívatelia prostredníctvom tohto online nástroja. V súčasnom prevedení by však nekvalitne segmentované obrazy mohli negatívne ovplyvniť vzorku hodnotených máp z hľadiska dosiahnutých hodnôt, čo by mohlo viesť k nesprávnej interpretácii výsledkov. Napriek tomu **nástroj *InfoMap* v súčasnej podobe splňuje stanovené ciele a je vhodný na hodnotenie máp z hľadiska ich infografického štýlu.** Jeho ďalší vývoj a optimalizácia sú plánované.

### Využitie umelej inteligencie

V procese práce bola zvažovaná možnosť rozšírenia použitia umelej inteligencie (AI), najmä v súvislosti s jej implementáciou do hodnotiaceho nástroja. Po konzultácii s odborníkmi z Katedry informatiky UP bola vyhodnotená vysoká náročnosť implementácie do nástroja *InfoMap*. Implementácia určitých aspektov umelej inteligencie by bola náročná a vyžadovala by špecifický a časovo náročný vývoj. Aj z tohto dôvodu bola implementácia AI do navrhovanej metriky i nástroja nerealizovaná, avšak nevyklučuje sa možnosť takéhoto kroku v budúcnosti. **V práci boli skúmané metódy umelej inteligencie prostredníctvom testovania metód strojového učenia a použitím testovacích obrazových vzorov vygenerovaných AI od Midjourney a Dall-E.**

## 10. ZÁVER

Hlavným cieľom práce s názvom „Vizuálna analýza pri identifikácii infografiky v kartografii“ bolo **spresniť vymedzenie súčasného pojatia a klasifikácie infografiky v kartografii**, spolu s vyčlením metód k jej identifikácii a vedúcich k navrhnutiu **novej metriky** slúžiacej k jej **exaktnému hodnoteniu a identifikácii** s využitím vizuálnej analýzy. Prostredníctvom vzájomne na seba nadväzujúcich krokov reprezentovaných dielčimi cieľmi DC1–DC4 boli analyzované súčasné pojatia a princípy vizuálnej analýzy (VA) a infografiky (IG) so zameraním na ich pojatie v kartografii. Na základe získaných poznatkov z analýzy odborných publikácií i užívateľských prieskumov bola **vyčlenená definícia VA, IG, a špeci- ficky IG v kontexte kartografie**, na základe ktorých bol položený základ **exaktnej hodnotiacej met- riky IGV** určenej k identifikácii a hodnoteniu infografického štýlu v mapách. Použitelnosť a výpo- vedná hodnota výsledkov metriky IGV bola testovaná v rámci prípadových štúdií na širokej vzorke rôz- norodých schematických, mapových a infografických obrazoch. Výsledky boli validované na základe porovnania s ďalšími štyrmi metrikami i prostredníctvom užívateľského testovania. Poznatky z prípa- dových štúdií a užívateľského testovania vstupovali ako podklad pre optimalizáciu metriky a tvorbu **online semi-automatizovaného nástroja InfoMap**, ktorý implementuje výpočetnú logiku metriky IGV. Dizertačná práca tak priniesla nový prístup hodnotenia a identifikácie infografiky v mapách uplat- niteľného pri tvorbe v modernej digitálnej kartografii, a súčasne vymedzuje, a terminologicky spres- ňuje, neurčitú a širokú problematiku infografiky v kartografii.

V rámci **DC1** bola zistená vysoká nejednotnosť a neurčitosť v problematike infografiky, a to nielen v kontexte kartografie, prostredníctvom analýzy a porovnania súčasného stavu problematiky naprieč odbornými publikáciami, prístupmi odborných komunit i na základe užívateľských prieskumov. Pro- stredníctvom identifikácie kľúčových faktorov vychádzajúcich z vykonaného výskumu bola vyčlenená vlastná definícia pre infografiku: **Infografika je komplexná vizualizácia, ktorá ľahko a efektívne vysvetľuje informáciu prostredníctvom kombinácie navzájom prepojených grafických elementov**. Obecne je možno klasifikovať infografiku na *priestorovo, štatisticky, časovo a procesne orientovanú*. V kontexte kartografie je infografiku možné vymedziť ako: **Infografický štýl, ktorý je v určitej miere aplikovaný v mapách**. Prostredníctvom identifikačných metrick je následne možné vyčleňovať mieru infografického štýlu v mapách. Problematika infografiky je spracovaná prehľadne na stránkach <https://www.cartography.upol.cz/infographics/research/>.

Vizuálna analýza sa nevyznačuje tak vysokou nejednoznačnosťou, pričom jej pojatie bolo vyčlenené definíciou: **Vizuálna analýza je veda, ktorá sa zaoberá analytickým riešením problému prostred- níctvom kombinácie štatistických metód a vizualizácií, ktoré aktívne zapájajú kognitívne aspekty človeka do svojho procesu. na základe toho pomáha odhaliť aj skryté súvislosti vedúce k riešeniu a porozumeniu problému**. Uvedené definície pomôžu k zjednoteniu a lepšiemu pochopeniu problema- tiky, umožňujúce ich ďalšie exaktnejšie vymedzenie ale i tvorbu. Problematiku vizuálnej analýzy zhrňa <https://www.cartography.upol.cz/infographics/visual-analysis/>.

V **DC2** bol na základe prieskumu existujúcich metrick vhodných k identifikácii infografiky mapách identifikovaná neexistencia špecializovanej metriky k je exaktnému vymedzeniu. Za existujúce použi- teľné metrické prístupy identifikácie infografického štýlu či klasifikácie obrazu na mapy a infografiky boli vymedzené prístupy *machine learning, vizuálne zhrnutie, kvantitatívna analýza obsahu a dotazní- kové šetrenie*. Na základe koncepcie existujúcich prístupov a znalostí z DC1 **bola navrhnutá metrika IGV, identifikujúca infografický štýl v mapách z pohľadu vizuálnej analýzy jej komponent**. Spolu s metrikou bola taktiež **navrhnutá unifikovaná terminológia** využiteľná pri popise a tvorbe infogra- fiky v kartografii.

Riešenie **DC3** prináša podrobne prevedené **overovanie funkcionality metriky IGV** prostredníctvom špecificky navrhnutých **prípadových štúdií** na 48 obrazoch rozdelených na schematické obrazy, mapy a infografiky. Mapové a infografické obrazy následne vstupujú do prípadových štúdií prevedených na existujúcich metrických prístupoch vyčlenených v DC2. Komplexnú analýzu využiteľnosti dopĺňa **užívateľské testovanie** prevedené s 20 expertmi, hodnotiace všetky prístupy, vrátane *IGV*, prostredníctvom navrhnutých hodnotiacich kritérií, a taktiež **dotazníkové šetrenie** ohodnocujúce vstupné obrazy 139 respondentami.

**Prípadové štúdie zamerané na overovanie funkcionality IGV** dokázali špecifikovať vhodnú metódu zberu dát v rámci metriky *IGV* prostredníctvom segmentácie obrazu na originálnom digitálnom obraze. Na základe získaných hodnôt bolo preukázané, že metrika *IGV* dokáže kvantitatívne vyjadriť mieru infografického štýlu prostredníctvom hodnoty *LayoutScore*. Kvantifikovaním hodnôt *IndicatorScore* je možné kategorizovať hodnotené mapy do kategórií: *mapovo orientované*, *textovo orientované*, *štatisticky orientované* alebo *ilustračne orientované*; podľa dominantnej komponenty.

**Prípadové štúdie na existujúcich metrikách** hodnotili využiteľnosť vybraných metrík a porovnávali výsledky vzorky obrazov naprieč všetkými metrikami. *Dotazníkové šetrenie* vykazuje veľmi vysokú koreláciu s *vizuálnym zhrnutím* ( $r=0,82$ ). *IGV* metrika preukazuje stredne vysokú koreláciu s hodnotami *kvantitatívnej analýzy obsahu (QCA)* ( $r=0,3$ ). Uvedené korelačné koeficienty preukazujú, že hodnotenie na základe vizuálneho prieskumu obrazov vykazuje podobné hodnoty hodnotenia, zatiaľ čo sa vo väčšej miere líšia od metrík využívajúce hodnotiace i obsahovú stránku obrazu. Práve metrika *IGV* a *QCA* sú založené nielen na kvantifikácii vizuálneho prevedenia obrazov ale aj zloženia z pohľadu elementov v nich obsiahnutých. Najnižší korelačný koeficient v porovnaní *IGV* metrikou vykazovala metóda *machine learning*, kde  $r=0,06$  značí veľmi nízku mieru závislosti medzi hodnotami. Tento fakt spôsobuje predovšetkým nesprávne zaradenie infografických obrazov bez mapového poľa medzi infografiky len na základe vizuálnej podobnosti obrazu. Práve však s dotazníkovým šetrením a vizuálnym zhrnutím sa hodnoty pohybujú na úrovni stredne vysokej korelácie. Výsledky *dotazníkového šetrenia s metrikou IGV* preukazuje slabú koreláciu ( $r=0,12$ ). Pri podrobnom prieskume hodnôt z dotazníkového šetrenia, ktoré prezentuje zaradenie vzorových obrazov na základe preferencií respondentov, v porovnaní s výsledkami *IGV* je možné interpretovať, že v rámci prieskumu obrazy z oblasti infografík dosahujú obecné výrazne vyššie hodnoty v užívateľskom hodnotení. Užívatelia im teda priradzovali vyššiu príslušnosť ku kategórii infografík, než u mapových obrazov ku kategórii máp, kde vyššie hodnotenie dosahovali práve mapy v metrike *IGV*. Vizualizácie obsahujúce mapu dosahovali v oboch prípadoch najpodobnejšie hodnoty. Na základe uvedených prevedených testov je možné konštatovať, že výsledky dosiahnuté metrikou *IGV* poskytujú *objektívny exaktný kvantitatívny opis kompozície obrazu a súčasne umožňujú vyčlenenie miery jeho infografického štýlu na mapových obrazoch*.

Použitie ďalších testovacích metrík často poskytuje len jednu zo spomenutých vlastností (opis alebo mieru) a značne závisí od subjektívneho hodnotenia hodnotiteľa alebo skupiny respondentov. Ohodnotenú metriku s popisom sú dostupné na <https://www.cartography.upol.cz/infographics/metrics/>.

**Užívateľské testovanie expertmi** testovalo metriky na vzorke expertov (kartografov, odborníkov z oblasti geografie a GIS) praktickú využiteľnosť aplikácie metrík k identifikácii a hodnotení infografík v mapách. Po predstavení jednotlivých metrík z pohľadu ich užívateľa, respondenti komentovali využiteľnosť, výpovednú hodnotu výsledkov či vhodnosť k šetreniu v oblasti infografického výskumu. Na záver kvantitatívne ohodnotili každú metriku prostredníctvom siedmich kritérií: *I. výpočetná náročnosť*, *II. softwarová náročnosť*, *III. hardwarová náročnosť*, *IV. časová náročnosť*, *V. užívateľská prívetivosť*, *VI. miera automatizácie* a *VII. forma a výpovedná hodnota výsledkov*. V kontexte takto vykonaného užívateľského testovania **metrika IGV je efektívnym nástrojom na detailnú analýzu a vizualizáciu obrazov**, čo dokazuje najvyššie hodnotenie v kritériu forma a výpovedná hodnota výsledkov.

Z pohľadu respondentov ide o najobjektívnejšiu metódu, ktorej **matematicky podložené výpočty vytvárajú dôveryhodné výsledky**. Aj napriek zložitosti a časovej náročnosti potrebnej k zberu parametrov, metrika *IGV* ponúka možnosti sledovania trendov v obraze a kvantifikáciou dát, ktorá je vhodná vo vedeckom výskume týkajúceho sa nielen infografiky v kartografii.

**DC4** prezentuje semi-automatický online **nástroj *InfoMap***, ktorý implementuje optimalizovanú metriku *IGV* prostredníctvom frameworku Angular, ktorý je postavený na programovacom jazyku TypeScript, nadmnožine jazyka JavaScript. Nástroj **automatizuje zber parametrov, výpočet indikátorov, *IndicatorScore* a *LayoutScore* na základe užívateľsky vyznačených komponent** v rámci preddefinovanej mriežky vo vlastnej mape. Využitie nástroja *InfoMap* tak ponúka moderné riešenie pre presnú identifikáciu infografiky v kartografii, využívajúc vizuálne analytické nástroje, ktoré sú založené na konkrétnych matematických základoch vychádzajúcich z dlhodobého výskumu infografiky. Nástroj je možné taktiež využiť ako efektívny spôsob zisťovania zloženia máp alebo iného obrazu z pohľadu jeho grafickej dominancie. Umožňuje kvantifikovať iba vybrané indikátory špecificky vyčlenených častí obrazu a získavať tak informácie o relatívnej ploche pokrytia, vizuálnej prítlačivosti, farebnosti alebo grafickej náplne. Takéto údaje môžu slúžiť aj ako vstup pre ďalšie špecificky zamerané vedecké práce. Nástroj je spolu s manuálom dostupný na <https://www.cartography.upol.cz/infographics/infomap/>.

Dizertačná práca predstavuje inovatívny prístup k exaktnému kvantitatívnemu hodnoteniu a identifikácii infografiky v kartografii, spolu s jednotnou terminológiou a klasifikáciou. Navrhnutá metrika *IGV* umožňuje identifikovať a hodnotiť grafickú výraznosť komponentov máp z infografického hľadiska a kvantifikovať ich infografický štýl. Následne, dizertačná práca navrhuje semi-automatizovaný online nástroj *InfoMap*, ktorý zjednodušuje použitie metriky *IGV* na hodnotenie širokého spektra mapových výstupov, ktorých výsledky môžu byť využiteľné pri tvorbe moderných máp, v oblasti výučby infografiky a súčasných kartografických konceptov. Tento nástroj a metrika predstavujú v súčasnosti jediný exaktný spôsob, ako identifikovať infografický štýl v mapách. Ku vlastnému kvantitatívnemu prístupu hodnotenia infografiky sa doporučuje z testovania existujúcich metrík využiť metódu kvalitatívneho hodnotenia, ideálne vo forme prepracovaného dotazníkového šetrenia, ktoré dokáže efektívne obohatiť exaktné meranie o užívateľské hodnotenie. Práca a jej výstupy prinášajú nádej, že problematika infografiky bude v budúcnosti dôležitou súčasťou kartografickej tvorby a výskumu. Vyčlenené teoretické i praktické koncepty prinášajú cenný zdroj informácii dôležitých k unifikácii nejasnej problematiky v oblasti infografiky a vydávajú signál k dôležitosti výskumu a praktickej aplikácie moderných trendov v kartografii.



## 11. LITERATÚRA

- Adobe. (2024a): How to use the Magic Wand tool. Dostupné z: <https://www.adobe.com/products/photoshop/magic-wand-tool.html>
- Adobe. (2024b): Introduce layers. Dostupné z: <https://helpx.adobe.com/cz/photoshop/using/layer-basics.html#introduce-layers>
- Angular (2024a): Angular documentation. Dostupné z: <https://angular.io/docs>
- Angular. (2024b). Angular CLI. Dostupné z: <https://angular.io/cli>
- ALBERS, M. J. (2015): Infographics and Communicating Complex Information [online]. s. 267-276, DOI: 10.1007/978-3-319-20898-5\_26.
- ALACAM, O., DALCI, M: (2009): A usability study of webmaps with eye tracking tool: The effects of iconic representation of information. In Springer: New Trends in Buman-Computer Interaction, New York, USA. s. 12-21.
- ANDRIENKO, G., ANDRIENKO, N., JANKOWSKI, P., KEIM, D., KRAAK, M. J., MACEACHREN, A., WROBEL, S. (2007): Geovisual analytics for spatial decision support: Setting the research agenda. *International journal of geographical information science*, 21(8), 839-857.
- ANDRIENKO G., ANDRIENKO N., BAK P., KEIM D., WROBEL S. (2013): Visual analytics of movement. Springer Science & Business Media. ISBN 978-3-642-37583-5
- ANDRIENKO, G. (2016): Introduction to Visual Analytics and Visualisation. at Visual Analytics for Data Scientists. Dostupné z: <http://geoanalytics.net/and/>
- ARUM, N. S. (2015): Infographic: Not Just a Beautiful Visualisation. University of Birmingham.
- BARVÍŘ, R. (2021): Metriky grafické náplně map založené na rastrových formátech. Online. Disertační práce. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta. Dostupné z: <https://theses.cz/id/6lkgdk/>
- BEDÁŇOVÁ, I. (2007): Základy statistiky pro studující veterinární medicíny a farmacie / Iveta Bedáňová, Vladimír Večerek. Vydání 1.. Brno : Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 130 stran. ISBN:978-80-7305-026-9
- BEITLOVA, M., POPELKA, S., VOZENILEK, V. (2020): Differences in Thematic Map Reading by Students and Their Geography Teacher. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(9), DOI: 10.3390/ijgi9090492
- BELLATO, N. (2013): Infographics: A visual link to learning. *ELearn Magazine* [online]. New York. DOI: 10.1145/2556269. Dostupné z: <http://elearnmag.acm.org/featured.cfm?aid=2556269>
- BLASCHECK, T., KURZHALS, K., RASCHKE, M., BURCH, M., WEISKOPF, D., ERTL, T. (2014): State-of-the-Art of Visualization for Eye Tracking Data. 2014, At Eurographics Conference on Visualization (EuroVis). DOI: <http://dx.doi.org/10.2312/eurovisstar.20141173>
- BLASCHECK, T., KURZHALS, K., RASCHKE, M., BURCH, M., WEISKOPF, D., ERTL, T. (2017): Visualization of Eye Tracking Data: A Taxonomy and Survey. *Computer Graphics Forum*, 36(8), 260–284. <https://doi.org/10.1111/cgf.13079>
- BURIAN, J., POPELKA, S., BEITLOVA, M. (2018): Evaluation of the Cartographical Quality of Urban Plans by Eye-Tracking. *ISPRS International Journal of Geo-Information* 2018, Vol. 7, Page 192, 7(5), 192192. <https://doi.org/10.3390/IJGI7050192>
- Cambridge University Press. (2023): Text. V Cambridge Dictionary. Dostupné z <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/text>
- CARD, S. K.; MACKINLAY, J. D.; SHNEIDERMAN, B. (1999): Readings in information visualization: using vision to thing. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers. Morgan Kaufmann series in interactive technologies. ISBN 1-55860-533-9.



- Circo Visual Networking Index (2018). Dostupné z: [https://www.cisco.com/c/dam/m/en\\_us/network-intelligence/service-provider/digital-transformation/knowledge-network-webinars/pdfs/1213-business-services-ckn.pdf](https://www.cisco.com/c/dam/m/en_us/network-intelligence/service-provider/digital-transformation/knowledge-network-webinars/pdfs/1213-business-services-ckn.pdf)
- Clarivate. (2024): Web of Science Platform. Dostupné z: <https://clarivate.com/products/scientific-and-academic-research/research-discovery-and-workflow-solutions/webofscience-platform/>
- CLEVELAND, W. S. (1994): The elements of graphing data. Rev. ed. Murray Hill, N.J.: AT&T Bell Laboratories. ISBN: 0-9634884-1-4.
- CHEN, J. (2024): How a Histogram Works to Display Data. Investopedia. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/terms/h/histogram.asp>
- CHESHIRE, J. UBERTI, O. (2014): London: The Information Capital: 100 maps and graphics that will change how you view the city. Penguin Books, 240 s. ISBN 9781846148477
- CAQUARD, S. (2013): Cartography I: Mapping Narrative Cartography. Progress in Human Geography 37 (1) pp.135–144 DOI:10.1177/0309132511423796.
- DAM, S. (2019): Affinity diagrams: Learn how to cluster and bundle ideas and facts. Dostupné z: <https://www.interaction-design.org/literature/article/affinity-diagrams-learn-how-to-cluster-and-bundle-ideas-and-facts>
- Data Visualization Society. (2022): State of the Industry Survey Report 2022. Dostupné z: <https://www.datavisualizationsociety.org/soti-report-2022> [cit. 2023-09-12].
- DOBESOVA, Z. (2019): The Similarity of European Cities Based on Image Analysis. In: Prokopova Z. SILHAVY R., SILHAVY P., ed. Advances in Intelligent Systems and Computing [online]. Cham: Springer, s. 341–348. ISBN 9783030303280. Dostupné z: doi:10.1007/978-3-030-30329-7\_31
- DOBESOVA, Z. (2020): Experiment in Finding Look-Alike European Cities Using Urban Atlas Data. ISPRS International Journal of Geo-Information [online]. 9(6), 20. ISSN 22209964. Dostupné z: doi:10.3390/ijgi9060406
- DOBEŠOVÁ, Z. (2022): Orange Manual. Univerzita Palackého v Olomouci. <https://doi.org/10.5507/prf.22.2440864>
- DUCKHAM, M., K. MASON, J. STELL, AND M. WORBOYS. (2001): A Formal Approach to Imperfection in Geographic Information. Computers, Environment and Urban Systems 25 (1): 89–103. DOI: 10.1016/S0198-9715(00)00040-5
- DUNLAP, J. C., LOWENTHAL, P. R. (2016): Getting Graphic About Infographics: Design Lessons Learned from Popular Infographics. Journal of Visual Literacy, 35(1), 42-59. <https://doi.org/10.1080/1051144X.2016.1205832>
- DUR, B. U. (2014): Data Visualization and Infographics In Visual Communication Design Education at The Age of Information. Journal of Arts and Humanities, 3(5), 39–50. Dostupné z: <https://doi.org/10.18533/journal.v3i5.460>
- DVOŘÁKOVÁ, I. (2010): Obsahová analýza / formální obsahová analýza / kvantitativní obsahová analýza [online]. In: Antropowebzin ISSN 1801-8807. Dostupné z: [http://www.antropoweb.cz/media/webzin/webzin\\_2\\_2010/Dvorakova\\_I-2-2010.pdf](http://www.antropoweb.cz/media/webzin/webzin_2_2010/Dvorakova_I-2-2010.pdf)
- ELLIOT, A. J., MAIER, M. A. (2014): Color psychology: Effects of perceiving color on psychological functioning in humans. Annual Review of Psychology, 65, 95–120. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010213-115035>
- EVANS, J. D. (1996): Straightforward statistics for the behavioral sciences. Thomson Brooks/Cole Publishing Co.
- FAISAL, S., CAIRNS, P. BLANDFORD, A. (2007): Challenges of Evaluating the Information Visualisation Experience, in the 21st BCS HCI Group Conference HCI, Lancaster, pp. 167-170.
- FEW, S. (2005). Radar graphs: Misleading or not? Perceptual Edge. Dostupné z: [https://www.perceptualedge.com/articles/dmreview/radar\\_graphs.pdf](https://www.perceptualedge.com/articles/dmreview/radar_graphs.pdf)
- Flourish. (2024) About us. Dostupné z: <https://flourish.studio/company/>

- FOLIO3 (2021): What is AI Image Processing? [online]  
Dostupné z: <https://www.folio3.ai/computer-vision/ai-image-processing/>
- GUO, S., DU, F., MALIK, S., KOH, E., KIM, T., LIU, Y., KIM, D., ZHA, H., CAO, N. (2019): Visualizing Uncertainty and Alternatives in Event Sequence Predictions. In CHI Conference on Human Factors in Computing Systems Proceedings (CHI 2019), May 4–9, Glasgow, Scotland UK. ACM, New York, NY, USA, 12pages. Dostupné z: <https://doi.org/10.1145/3290605.3300803>
- GW. (2021): Dostupné z: <https://www.gwi.com/data>. [online] [cit. 2023-05-12].
- HAYNES, J.; NEWSOM, D. (2005): Public relations writing: form & style. 7th ed. Belmont, CA: Thomson Wadsworth. ISBN: 0534612962.
- HE, M., TANG, X. HUANG, Y. (2011): To visualize spatial data using thematic maps combined with infographics. 2011 19th International Conference on Geoinformatics, 18(2), 1-5.  
DOI: 10.1109/GeoInformatics.2011.5980880.
- HELLER, S. a HOLMES, N. (2006): Nigel Holmes: on information design. New York: Jorge Pinto Books, 2006. ISBN: 9780977472406.
- HG INSIGHTS (2023): What is IP Traffic? Dostupné z: <https://hginsights.com/glossary/ip-traffic>. [online] [cit. 2023-05-15].
- HOLČÍK, J., KOMENDA, M. a kol. (2015): Matematická biologie: e-learningová učebnice [online]. 1. vydání. Brno: Masarykova univerzita. ISBN 978-80-210-8095-9.
- HOLTZ, Y. (2019): Spider Chart. Data-to-Viz.com. Dostupné z: <https://www.data-to-vid.com/caveat/spider.html>
- HÖFERLIN, B., HÖFERLIN, M. (2012): Visual Analytics of Mobile Data. Proceedings of the Nokia Mobile Data Challenge. Workshop, Nokia Rese.
- HUFF, D. (1993): How to lie with statistics. W W NORTON & CO. ISBN 0393310728.
- CHESHIRE, J., UBERTI O. (2014): London: The Information Capital: 100 maps and graphics that will change how you view the city. Penguin Books. 240 s. ISBN: 1846148472
- International Organization for Standardization. (2020). ISO 11978:2017/Amd 1:2020 - Ophthalmic optics -- Contact lenses and contact lens care products -- Information supplied by the manufacturer (Amendment 1). ITeh Standards. Dostupné z: <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/91e81a9c-a458-43de-a2aa-ddb519a568e9/iso-11978-2017-amd-1-2020>
- JACOBSON, R. E. (1999): Information design. Cambridge, Mass.: MIT Press.  
Dostupné z: <http://web.stanford.edu/~rhorn/a/topic/v1%26id/artclInfoDesignChapter.html>
- JANOUSEK, M. (2019): Comparison of an urban area by circular sectors, p. 75. Diploma theses, Department of Geoinformatics, Palacky University, Olomouc
- KEIM D., ANDRIENKO G., FEKETE J.D., GÖRG C., KOHLHAMMER J., MELANÇON G. (2008): Visual Analytics: Definition, Process, and Challenges. In: Kerren A., Stasko J.T., Fekete J.D., North C. (eds) Information Visualization.
- KEIM, R. (2020): Understanding contrast, histograms, and standard deviation in digital imagery. All About Circuits. Dostupné z: <https://www.allaboutcircuits.com/technical-articles/understanding-contrast-histograms-and-standard-deviation-in-digital-imagery/>
- KEMP, S. (2023): DIGITAL 2023: GLOBAL OVERVIEW REPORT. Online. Dostupné z: <https://datareportal.com/reports/digital-2023-global-overview-report>.
- KEMP, S. (2022): DIGITAL 2022: THE WORLD'S FAVOURITE SOCIAL MEDIA PLATFORMS. Online. Dostupné z: <https://datareportal.com/reports/digital-2022-favourite-social-platforms>.
- KOHLHAMMER, J., KEIM, D., POHL, M., SANTUCCI, G., ANDRIENKO, G. (2011): Solving problems with visual analytics. Procedia Computer Science, 7, 117–120.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2011.12.035>
- KONÍČEK, J., (2019): Visual analytics in cognitive research. In A. Kmoch, E. Uuemaa, D. Nüst (eds.): Proceedings of the 5th AGILE (Association of Geographic Information Laboratories for Europe) PhD School 2019, Tartu, November 25-28, 2019, doi: 10.5281/zenodo.3835766

- KONÍČEK, J. (2020): Identification of evolution, changes and trends in world cartography using methods of computer linguistics and visual analytics. *Kartografické listy*, 28 (2), 53–68.
- KONICEK, J., VOZENILEK, V., VONDRAKOVA, A., AND BARVIR, R.: Approaches for infographics evaluation in maps, *Abstr. Int. Cartogr. Assoc.*, 3, 154, <https://doi.org/10.5194/ica-abs-3-154-2021>, 2021.
- KONICEK, J., VOZENILEK, V., VONDRAKOVA, A., AND BARVIR, R. (2024): Quantitative Approach for Assessing Infographics in Atlas Cartography [in print]. *Geographia Cassoviensis*. ISSN: 1337-6748
- KONICEK, J., ROCHA, M. F. D. (2022). Visual comparison of differences in understanding to spatially oriented infographics. *Abstr. Int. Cartogr. Assoc.*, 5, 108, DOI: <https://doi.org/10.5194/ica-abs-5-108-2022>.
- KOPONEN, W. S. (1994): The elements of graphing data. Rev. ed. Murray Hill, N.J.: AT&T Bell Laboratories. ISBN: 0-9634884-1-4.
- KOPONEN, J., HILDÉN, J. (2019). *Data Visualization Handbook*. Espoo, Fínsko: Aalto University. ISBN 978-952-60-7449-8.
- KOSSLYN, S. M. (2006): *Graph Design for the Eye and Mind*. Oxford University Press.
- KOUA, E., MACEACHREN A., KRAAK, M. 2006 : Evaluating the usability of visualization methods in an exploratory geovisualization environment, *International Journal of Geographical Information Science*, vol. 20, no. 4, pp. 425-448, 2006.
- KRUM, R. (2013): *Cool infographics: effective communication with data visualization and design*. Indianapolis, IN: Wiley. ISBN: 9781118582305
- KRYGIER, J., WOOD, D. (2016): *Making Maps: Vizuálny sprievodca dizajnom máp pre GIS* (3. vyd.). New York, NY: Guilford Publications. ISBN 978-1462509980.
- KUHN, W., ROELOFSEN, P. (2017). The Future of Artificial Intelligence in Transportation: Opportunities and Challenges. In *Proceedings of the 2017 Transportation Research Board Annual Meeting*.
- LANCASTER, F. W. (2008). *The essentials of business communication*. Cengage Learning.
- LANDESBERGER, T., KUIJPER, A., SCHRECK, T., KOHLHAMMER, J., WIJK, J., a kol. (2011): Visual Analysis of Large Graphs: State-of-the-Art and Future Research Challenges. *Computer Graphics Forum*, Wiley, 30 (6), pp.1719-1749. DOI: [ff10.1111/j.1467-8659.2011.01898.x](https://doi.org/10.1111/j.1467-8659.2011.01898.x).
- LANKOW J. a RITCHIE, J. (2012): *Infographics: The Power of Visual Storytell-ing*. 264 s. vyd. Wiley. ISBN 978-1118314043
- LAWRENCE, R., MEANS, J., RIPPLE, W. (1996). An Automated Method for Digitizing Color Thematic Maps. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. 62.
- LibreOffice. (2024): Calc. Dostupné z: <https://cs.libreoffice.org/discover/calc/>
- LIU, Y., LIN, H. (2017). *Artificial Intelligence and Geoinformatics*. Springer Singapore.
- LÓPEZ, M. T., & NOGUEIRA, A. G. (2017): Infographics as a mnemonic structure: Analysis of the informative and identity components of infographic online compositions in iberic newspapers. *Communication and Society*, 30(1), 147–164. 2017. DOI: <https://doi.org/10.15581/003.30.1.147-164>
- LYSY, C. (2023): he design approach to data visualization: Visual.ly. Online. In: *FreshSpectrum Data Visualization*. Dostupné z: <https://freshspectrum.com/the-design-approach-to-data-visualization-visual-ly/>.
- MACEACHREN, A. M., ROBINSON, A., HOPPER a kol. (2005): Visualizing geospatial information uncertainty: What we know and what we need to know. *Cartography and Geographic Information Science*, 32(3), 139-160.
- MAJOONI, A., MASOOD, M., AKHAVAN, A. (2018): An eye-tracking study on the effect of infographic structures on viewer’s comprehension and cognitive load. *Information Visualization* 17, 257–266. DOI: [10.1177/1473871617701971](https://doi.org/10.1177/1473871617701971)

- MASON, J. S., RETCHLESS, D., KLIPPEL, D. (2016): Domains of uncertainty visualization research: a visual summary approach, *Cartography and Geographic Information Science*. DOI: 10.1080/15230406.2016.1154804
- Math and stats support centre (2024): Pearsonův korelační koeficient. Dostupné z: [https://mathstat.econ.muni.cz/media/12657/pear\\_cor.pdf](https://mathstat.econ.muni.cz/media/12657/pear_cor.pdf)
- MCCARTHY, J. (2007): What is artificial intelligence? Stanford University. Dostupné z: <https://www-formal.stanford.edu/jmc/whatisai.pdf>
- MCCORMICK, B., DEFANTI, T. a BROWN., M. (1987): Definition of Visualization. *ACM SIGGRAPH Computer Graphics*, 21(6), November 1987, p.3. Dostupné z: <http://www.sci.utah.edu/vrc2005/McCormick-1987-VSC.pdf>
- MICHÁLEK, T. (2010,): Zobrazovací parametry. Dostupné z: [http://rtg.fbmi.cvut.cz/index.php?option=com\\_content&view=article&id=59&Itemid=65.html](http://rtg.fbmi.cvut.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=59&Itemid=65.html)
- MONMONIER, M. S. (2018): How to lie with maps. Third edition. Chicago: The University of Chicago Press. ISBN 9780226435923.
- MUEHLENHAUS, I. (2011): Another goode method: How to use quantitative content analysis to study variation in thematic map design. *Cartographic Perspectives*, 69, 7–29. DOI: <https://doi.org/10.14714/cp69.28>
- MUEHLENHAUS, I. (2011): Genealogy that counts: Using content analysis to explore the evolution of persuasive cartography. *Cartographica*, 46(1), 28–40. DOI: <https://doi.org/10.3138/carto.46.1.28>
- MUEBLENHAUS, I. (2012): If looks could kill: The impact of different rhetorical styles on persuasive geocommunication. *Cartographic Journal*, 49(4), 361–375. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1179/1743277412Y.0000000032>
- NEWSON, D., HAYNES, J. (2005): *Public Relations writing: Form and style* (7th ed.). Wadsworth.
- NIELSEN, J. (1994): *Usability engineering*. Boston: AP Professional.
- ODDS, G. (2011): A critique of radar charts. *Scott Logic Blog*. Dostupné z: <https://blog.scottlogic.com/2011/09/23/a-critique-of-radar-charts.html#chart2>
- ORANGE DATA MINING (2021): *Orange Visual Programming* [online]. Dostupné z: <https://orange3.readthedocs.io/projects/orange-visual-programming/en/master/>
- PANG, A. T., WITTENBRINK, C. M., LODHA, S. K. (1997): Approaches to uncertainty visualization. *The Visual Computer*, 13(8), 370-390.
- PERDANA, A., ROBB, A., ROHDE, R. (2019): Interactive Data and Information Visualization: Unpacking its Characteristics and Influencing Aspects on Decision-making. *Pacific Asia Journal of the Association for Information Systems*, 11(4), 75-104. <https://doi.org/10.17705/1pais.11404>
- PETR, P. (2014): *Metody Data Miningu, část 2*. Pardubice: Univerzita Pardubice, Fakulta ekonomicko-správní. ISBN 978-80-7395-873-2.
- PIKE, W.A. , STASKO, J., CHANGE, R., O'CONNELL, T. (2009): The Science of Interaction. *Information Visualization* 8(4):263-74- 2009. DOI: <https://doi.org/10.1057%2Fivs.2009.22>
- POLÁČEK, J. (2015): Infotainment na TV Nova. Komparativní analýza strategií infotainmentu v klasickém TV vysílání a v online prostředí. Bakalářská práce. Masarykova univerzita Filozofická fakulta Ústav hudební vědy Teorie interaktivních médií.
- POPELKA, S. (2018): *Eye-tracking (nejen) v kognitivní kartografii: praktický průvodce tvorbou a vyhodnocením experimentu*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci pro katedru geoinformatiky. ISBN 9788024453132.
- POPELKA, S.; HERMAN, L.; ŘEZNÍK, T.; PAŘILOVÁ, M.; JEDLIČKA, K.; BOUCHAL, J.; KEPKA, M.; CHARVÁT, K. (2019): User Evaluation of Map-Based Visual Analytic Tools. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* 2019, 8, 363. <https://doi.org/10.3390/ijgi8080363>

- POPELKA, S., VOŽENÍLEK, V. (2013): Specifying of Requirements for Spatio-Temporal Data in Map by Eye-Tracking and Space-Time-Cube. International conference on graphic and image processing (icgip 2012), Proceedings of SPIE, Vol. 8768, Article Number: 87684N, DOI: 10.1117/12.2011438
- POŠTOLKA, J. (1987): Informační grafika. Západočeská univerzita v Plzni. Diplomová práce [online]. Fakulta filozofická. Plzeň. 2015. Dostupné z: <https://otik.zcu.cz/bitstream/11025/19294/1/DP%20-%20Postolka%20Jakub%20-%20Informacni%20grafika.pdf>
- ROBINSON, A. C., DEMŠAR, U., MOORE, A. B., BUCKLEY, A., JIANG, B., FIELD, K., a kol. (2017): Geospatial big data and cartography: research challenges and opportunities for making maps that matter. *International Journal of Cartography*, 3(sup1), 32–60. <https://doi.org/10.1080/23729333.2016.1278151>
- SADÍLEK, M. (2021): Vymezení výtvarného stylu tematických map metodami machine learning. Diploma thesis. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. Dostupné z: <https://www.geoinformatics.upol.cz/dprace/magisterske/sadilek21/>
- SANYAL, J., ZHANG, S., BHATTACHARYA, G., a kol. (2009): A user study to compare four uncertainty visualization methods for 1d and 2d datasets. *Visualization and Computer Graphics, IEEE Transactions on*, 15(6), 1209-1218.
- SCAIFE, M.; ROGERS, Y. (1996): External Cognition: How do Graphical Representations Work?, *International Journal Human Computer Studies* 45, s. 185-213, 1996. DOI: <https://doi.org/10.1006/ijhc.1996.0048j>
- SCOTT H., FAWKNER S., OLIVER C. a kol. (2016): Why healthcare professionals should know a little about infographics. *Br J Sports Med*. 2016; 50:1104-1105.
- SERENELLI, F., RUGGERI, E., MANGIATORDI, A. A FERRI, P. (2000): Applying the Multimedia Learning Theory in the Primary, School: An Experimental Study About Learning Settings, Using Digital Science Contents. *Proceedings of the European Conference on e-Learning is the property of Academic Conferences*
- SETIA, A. (2023): Importance of Graphic Design in Data Visualization. Online. In: Eatmy news. Dostupné z: <https://www.eatmy.news/2023/02/importance-of-graphic-design-in-data.html>.
- SHIMOJIMA, A., & KATAGIRI, Y. (2008): An eye-tracking study of exploitations of spatial constraints in diagrammatic reasoning *Diagrammatic Representation and Inference* (pp. 74-88): Springer. 2008. DOI: 10.1007/978-3-540-87730-1\_10
- ŠIŠKOVÁ, V. (2016): Budoucnost grafického designu se zaměřením na plakát. Zlín. Diplomová práce (MgA.). Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta multimediálních komunikací. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/10563/40619>.
- SIRICHAROEN, W. V. (2015): Infographics the new communication tools in digital age *Infographics : The New Communication Tools in Digital Age*. 2015. Dostupné z: <https://www.researchgate.net/publication/256504130>
- SIRICHAROEN, W. V., SIRICHAROEN, N. (2015): How Infographic should be evaluated? s.558–564. 2015. DOI: <https://doi.org/10.15849/icit.2015.0100>
- SLOCUM, T. A. (2009):. *Thematic cartography and geovisualization*. 3rd ed. Prentice Hall series in geographic information science. Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall, c2009. ISBN 978-0132298346.
- SMICKLAS, M. (2012): *The power of infographics: using pictures to communicate and connect with your audience*. Indianapolis, Ind.: Que Pub. ISBN: 078974949.
- SOBEL, I. (2014). *An Isotropic 3x3 Image Gradient Operator*. Presentation at Stanford A.I. Project 1968. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/239398674\\_An\\_Isotropic\\_3x3\\_Image\\_Gradient\\_Operator](https://www.researchgate.net/publication/239398674_An_Isotropic_3x3_Image_Gradient_Operator)
- STASTKO, J. (2010): *Visual Analytics for Investigative Analysis and Exploration of Documents and Data*. Dostupné z: <http://www.cc.gatech.edu/gvu/ii/talks/isvc10.pdf>



- STUART K. CARD, J. M., SHNEIDERMAN, C. (1996): *Readings in Information Visualization: Using Vision to Think* (San Francisco: Morgan Kaufmann, 1999).
- ŠTĚRBA, Z., ŠAŠINKA, Č., STACHOŇ, Z., ŠTAMPACH, R., MORONG, K. (2015): *Selected Issues of Experimental Testing in Cartography*. Brno: Masarykova Univerzita.
- ŠUTTA, J. (2022): *Praktický manuál prostorově orientované infografiky*. Online. Bakalářská práce. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta. Dostupné z: <https://theses.cz/id/o0ws61/>.
- THOMAS, J. J., COOK, K. A. (2005): *Illuminating the Path: The Research and Development Agenda for Visual Analytics*. National Visualization and Analytics Ctr. ISBN: 0769523234
- THOMSON, J., HETZLER, E., MACEACHREN, A., a kol. (2005): *A typology for visualizing uncertainty*. In *Proceedings of the SPIE*, 146-157.
- TUFTE, E. R. (1983): *The Visual Display of Quantitative Information*. 1<sup>st</sup> ed. Cheshire: Graphics Press. ISBN: 978-0-3180299-2-4.
- TUFTE, E. R. (2001): *The visual display of quantitative information*. 2<sup>nd</sup> ed. Cheshire: Graphics Press. ISBN: 978-0-9613921-4-7.
- VAN SOMEREN, M. W., BARNARD, Y. F., SANDBERG, J. A. (1994): *The think aloud method: A practical guide to modelling cognitive processes*. London: Academic Press London.
- VONDRAKOVA, A. VOZENILEK, V. (2016): *User issues in geovisualization*. 16th International Multidisciplinary Scientific Geoconference (SGEM 2016), Albena, bulgaria, jun 30-jul 06, 2016, informatics, geoinformatics and remote sensing conference proceedings, sgem 2016, vol iii Book Series: International Multidisciplinary Scientific GeoConference-SGEM, 599-606
- VOŽENÍLEK, V., KAŇOK, J., a kol. (2011): *Metody tematické kartografie – Vizualizace prostorových jevů*. Univerzita Palackého v Olomouci, 216s. 9788024427904
- VONDRAKOVA, A. (2023): *Cooperation of thematic experts and cartographers in the atlas projects*. SYMPOSIUM ICA SPRING OLOMOUC 2023 Atlases: their design and use. Olomouc. ISBN: 978-80-11-02999-9
- VOZENILEK, V., VONDRAKOVA, A. 2018: *Proper use of colour schemes for image data visualization*. 9th International Conference on Graphic and Image Processing (ICGIP), Qingdao, CHINA, OCT 14-16, 2017, Book Series: Proceedings of SPIE Volume: 10615 Article Number: UNSP 1061540
- WALL, E., BLAHA, L. M., PAUL, C. L., COOK, K., & ENDERT, A. (2018): *Four Perspectives on Human Bias in Visual Analytics*. *Cognitive Biases in Visualizations*, September 2018, 29–42. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-95831-6\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-319-95831-6_3)
- WANG, J., HAZARIKA, S., LI, C., & SHEN, H.-W. (2018): *Visualization and Visual Analysis of Ensemble Data: A Survey*. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 1–1. 2018- DOI:10.1109/tvcg.2018.2853721
- WARE, C. (2014): *Information visualization: perception for design*. San Francisco: Morgan Kaufmann, c2004. ISBN 1-55860-819-2.
- WRIGHT, R. (2014): *Using Visual Aids in Presentations: A Guide for Business Professionals*. Business Expert Press.
- ZHANG, X. (2013): *Text Visualization: see more than texts*. Online. Dostupné z: [https://sites.duke.edu/lit80s\\_02\\_f2013\\_augrealities/text-visualization-see-more-than-texts/](https://sites.duke.edu/lit80s_02_f2013_augrealities/text-visualization-see-more-than-texts/).
- ZHUKOVA, A. (2020): *Kompozice v grafickém designu* [online]. Brno, 2020. Dostupné z: <https://is.muni.cz/th/hycls/>. Bakalářská práce. Masarykova univerzita, Fakulta informatiky.
- Zoner Photo Studio X. (2024). *Nástroje pro práci s výběrem*. Dostupné z <https://manual.zoner.com/cs/nastroje-pro-praci-s-vyberem-82c3317/>



## 12. SUMMARY

The main goal of the thesis titled "Visual Analysis in the Identification of Infographics in Cartography" was to **refine the current concept and classification of infographics in cartography**, along with outlining methods for its identification, leading to the **proposal of a new metric for its precise evaluation and identification based on visual analysis**. Through interconnected steps represented by sub-goals DC1–DC4, current concepts and principles of visual analysis (VA) and infographics (IG) were analysed with a focus on their application in cartography. Based on the findings from the analysis of professional publications and user surveys, a **definition of VA, IG, and specifically IG in the context of cartography** was outlined, forming the **foundation of an exact evaluation metric, IGV**, intended for identifying and assessing infographic style in maps. The usability and informational value of the IGV metric were tested through case studies on a broad sample of various schematic, map, and infographic images. The results were validated by comparison with four other metrics and user testing. Insights from case studies and user testing were used to optimise the metric and develop the **online semi-automated tool InfoMap**, which implements the proposed IGV metric. Thus, the dissertation introduced a new approach to evaluating and identifying infographics in maps that are applicable to modern digital cartography while refining and clarifying the broad and ambiguous topic of infographics in cartography.

In **DC1**, a high level of inconsistency and ambiguity in the issue of infographics, not only in the context of cartography, was identified through analysis and comparison of the current state of the problem across professional publications, approaches of expert communities, and user surveys. Through the identification of key factors derived from the research conducted, a unique definition for infographics was outlined: **Infographics are complex visualisations that easily and effectively explain information through a combination of interconnected graphic elements**. Generally, infographics can be classified as *spatially, statistically, temporally, or process-oriented*. **In cartography, infographics can be defined as an infographic style applied to a certain extent in maps**. It is possible to determine the degree of infographic style in maps through identification metrics. The issue of infographics is addressed on the website <https://www.cartography.upol.cz/infographics/research/>.

Visual analysis does not exhibit such high ambiguity and is defined as follows: **Visual analysis is a science that deals with analytically solving a problem through a combination of statistical methods and visualisations that actively engage cognitive aspects of the human mind. This helps uncover hidden connections leading to problem-solving and understanding**. These definitions will aid in unifying and better understanding the issue, enabling further precise definition and creation. Visual analysis is summarised at <https://www.cartography.upol.cz/infographics/visual-analysis/>.

In **DC2**, the absence of a specialised metric for its exact definition was identified based on an analysis of existing metrics suitable for identifying infographics in maps. Existing usable metric approaches for identifying infographic style or classifying images as maps or infographics were defined as *machine learning, visual summary, quantitative content analysis, and survey*. Based on the concepts of existing approaches and knowledge from DC1, **the IGV metric was proposed, identifying infographic style in maps from the perspective of visual analysis of its components**. Along with the metric, a **unified terminology** usable for describing and creating infographics in cartography was also proposed. The IGV metric is based on **four components** (*Spatially Oriented Graphics (SPD), Quantitative Visualisation (QTV), Illustrative Graphics (ILD), and Text (TXT)*), defined by **seven elements** (*Map, Graph/Diagram, Scheme, Table, Illustration, Image, and Text Paragraph*), evaluated through **four indicators** (*Coverage Area ( $\alpha$ ), Graphic Load ( $\beta$ ), Visual Appeal ( $\gamma$ ), and Colourfulness ( $\delta$ )*), which serve as rated variables in the multi-criteria analysis of each evaluated image.

The graphical expressiveness of the components of the evaluated image is described through *IndicatorScore* and *LayoutScore*, calculated as a weighted average, describing the degree of infographic style. The metric's exact quantitative definition, visualised through selected data visualisations, reflects the typical differences between maps and infographics and supports precise terminological specification. The IGV metric is covered on a dedicated page at <https://www.cartography.upol.cz/infographics/igv/>.

In DC3, the functionality of the IGV metric was thoroughly verified through specifically designed case studies on 48 images divided into schematic images, maps, and infographics. Map and infographic images were included in case studies on existing metric approaches identified in DC2. The comprehensive usability analysis was complemented by user testing conducted with 20 experts, evaluating all methods, including IGV, through proposed evaluation criteria and a survey assessing the input images by 139 respondents.

Case studies focused on verifying the functionality of IGV demonstrated an appropriate data collection method within the IGV metric through image segmentation on the original digital image. The obtained values indicated that the IGV metric can quantitatively express the degree of infographic style through the *LayoutScore* value. By quantifying *IndicatorScore* values, the evaluated maps can be categorised into spatially oriented, textually oriented, statistically oriented, or illustratively oriented, according to the dominant component.

Case studies on existing metrics assessed the usability of selected metrics and compared the results of the image sample across all metrics. Survey results highly correlated with the *visual summary* ( $r=0.82$ ). The *IGV metric* showed a moderate correlation with the values of *quantitative content analysis (QCA)* ( $r=0.3$ ). These correlation coefficients indicate that evaluations based on visual inspection of images produce similar assessment values. At the same time, they differ more significantly from metrics using both evaluative and content aspects of the image. The *IGV* and *QCA* metrics are based not only on quantifying the visual representation of images but also on the composition of the elements within them. The *machine learning* method showed the lowest correlation coefficient compared to the *IGV metric*, where  $r=0.06$  indicates a very low degree of dependence between the values. This fact is primarily due to the incorrect categorisation of infographic images without a map field as infographics based solely on the visual similarity of the image. However, the values moderately correlate with the survey and *visual summary*. The survey results with the *IGV metric* show a weak correlation ( $r=0.12$ ). Detailed examination of survey values, which present the categorisation of sample images based on respondents' preferences, compared to IGV results, indicates that survey images from the infographic area generally achieve significantly higher values in *user evaluation*. Users assigned them a higher affiliation to the infographic category than to map images in the map category, where maps achieved higher ratings in the *IGV metric*. Visualisations containing a map achieved the most similar values in both cases. Based on the tests conducted, the results achieved by the *IGV metric* provide an objective, exact quantitative description of the image composition and simultaneously enable the identification of the degree of its infographic style on map images. The use of other test metrics often provides only one of the mentioned properties (description or degree) and heavily relies on the subjective evaluation of the evaluator or respondent group. Evaluated metrics with descriptions are available at <https://www.cartography.upol.cz/infographics/metrics/>.

User testing by experts tested the metrics on a sample of experts (cartographers, geography, and GIS professionals) for the practical usability of applying the metrics to identify and evaluate infographics in maps. After introducing each metric from the user's perspective, respondents commented on the usability, informational value of the results, and suitability of the research in infographic studies.

Finally, they quantitatively evaluated each metric using seven criteria: *I. computational demand, II. software demand, III. hardware demand, IV. time demand, V. user-friendliness, VI. degree of automation, and VII. form and informational value of the results*. In the context of this user testing, the **IGV metric is an effective tool for detailed analysis and visualisation of images**, as evidenced by the highest rating in the form and informational value of the results criterion. From the respondents' perspective, it is the most objective method, with its **mathematically based calculations producing reliable results**. Despite the complexity and time required for parameter collection, the IGV metric allows tracking trends in images and data quantification, making it suitable for scientific research related not only to infographics in cartography.

**DC4** introduces the **semi-automatic online tool *InfoMap***, which facilitates the implementation of an optimised *IGV* metric via the *Angular* framework, developed using *TypeScript*, an extension of *JavaScript*. This **tool automates the collection of parameters and computes indicators, such as Area coverage, Graphic load, Visual attractiveness, Colourfulness and IndicatorScore with LayoutScore, based on user-annotated components within a predefined grid on a user-uploaded map**. Using *InfoMap* offers a contemporary approach for the precise identification of infographic elements within cartography, utilising visual analytical tools grounded in mathematical foundations established through extensive infographic research. Additionally, *InfoMap* is an effective method for analysing the composition of maps or other imagery regarding graphic dominance. It enables the quantification of selected indicators for specifically isolated sections of the image, thereby facilitating the acquisition of data on relative coverage area, visual attractiveness, colour dynamics, and graphic content. Such data may also contribute to further specialised scientific investigations. The tool, along with its manual, is accessible at <https://www.cartography.upol.cz/infographics/infomap/>.

The dissertation represents an innovative approach to the exact and quantitative evaluation and identification of infographics in cartography, along with a unified terminology and classification. The proposed *IGV* metric allows for identifying and evaluating the graphical expressiveness of map components from an infographic perspective and quantifying their infographic style. Subsequently, the dissertation proposes a semi-automated online tool *InfoMap*, which simplifies the use of the *IGV* metric for evaluating a wide range of map outputs, with results potentially useful in the creation of modern maps, as well as in teaching infographics and current cartographic concepts. This tool and metric currently represent the only exact method for identifying infographic style in maps. The work and its outcomes offer hope that the issue of infographics will become an important part of cartographic creation and research in the future. The outlined theoretical and practical concepts provide a valuable source of information crucial for unifying the unclear issue of infographics and signal the importance of research and practical application of modern trends in cartography.

## **PRÍLOHY**

# ZOZNAM PRÍLOH

## Voľné prílohy

Príloha 1 Dátová SD karta

## Viazané prílohy

Príloha 2 Zoznam zdrojov vzorových obrazov

### Štruktúra dátovej SD karty (Príloha 1)

• <i>konicek_dizertacia.pdf</i>	digitálna verzia textu dizertačnej práce
• <i>vstupne_data</i>	<b>adresár so vstupnými dátami</b>
○ <i>schematicke_obrazy</i>	obrazy S1–S6_1
○ <i>mapove_obrazy</i>	obrazy A1–A16
○ <i>infograficke_obrazy</i>	obrazy I1–I16
○ <i>doplnkove_obrazy</i>	obrazy mapa 1–25; infografika 1–25
• <i>vystupne_data</i>	<b>prehľad výstupných dát z dielčích cieľov</b>
○ <i>DC1</i>	dáta z analýz textu podľa kategórií
▪ <i>dc2_analyza_textu</i>	
• <i>ICA_komisie</i>	
• <i>ICA_ecartonews</i>	
• <i>ICA_working_groups</i>	
• <i>ICC_proceedings</i>	
• <i>WoS_areas</i>	
▪ <i>dc2_uzivatelsky_prieskum1</i>	záznamy odpovedí z prieskumu medzi študentami
▪ <i>dc2_uzivatelsky_prieskum2</i>	dotazník a odpovede z česko-brazílskeho prieskumu
○ <i>DC2</i>	dáta z prípadových štúdií s metrikou IGV
▪ <i>dc2_schematicke_obrazy</i>	
▪ <i>dc2_mapove_obrazy</i>	
▪ <i>dc2_infograficke_obrazy</i>	
▪ <i>dc2_mapy_vs_infografiky</i>	
○ <i>DC3</i>	dáta z prípadových štúdií vybraných metrik
▪ <i>dc3_dotaznik</i>	výsledky dotazníkového šetrenia
▪ <i>dc3_QCA</i>	ohodnotené obrazy metrikou QCA
▪ <i>dc3_vizualne_zhrnutie</i>	ohodnotené obrazy vizuálnym zhrnutím
• <i>infografiky</i>	
• <i>mapy</i>	
▪ <i>dc3_orange</i>	projekty do softwaru Orange
• <i>podobnost</i>	
• <i>kategorizacia</i>	
▪ <i>dc3_uzivatelske_testovanie</i>	dáta z užívateľského testovania
• <i>prezentacia</i>	prezentácia pre riadenie rozhovoru
• <i>kriteria</i>	súbor s hodnotami z užívateľského testu
• <i>rozhovor</i>	zápis z rozhovoru
○ <i>DC4</i>	
▪ <i>dc4_pripadova_studia</i>	výsledky prípadovej štúdie
▪ <i>dc4_uzivatelske_testovanie</i>	výsledky užívateľského testovania
▪ <i>dc4_infomap</i>	adresár s programovými kódmi nástroja InfoMap

## Príloha 2

Obráz	Charakteristika
S1-S6_1	Súbor schematických obrazov – autorská tvorba
A1_scan	Information Graphics. TASCHEN. Rendgen, S. (2020). ISBN: 9783836583831
A2_scan	Heohrafija Ukrajiny : atlas. 8-9 klasy / ukladeno ta nidhotovleno do druku Deržavnym naukovo-vyrobnyčym pidpryjemstvom "Kartohrafija" ; uporjadnyky: O. Ja. Skuratovič, N. I. Čanceva. ISBN: 966-631-299-9
A3_scan	Atlas geograficzny : gimnazjum / redakcja atlasu: Beata Byer, Marzena Wieczorek (2004). ISBN: 83-89239-80-9
A4_scan	Atlas mondial Suisse / rédacteur en chef Lorenz Hurni. (2017). ISBN: 978-3-292-00847-3
A5_scan	Atlas Moravskoslezského kraje : lidé, podnikání, prostředí / Jaroslav Burian a kol. (2021). ISBN: 978-80-7576-070-8
A5d_digital	Atlas Moravskoslezského kraje : lidé, podnikání, prostředí / Jaroslav Burian a kol. (2021). ISBN: 978-80-7576-070-8
A6_scan	Atlas nářečí českého jazyka. Krácení vokálů / autoři Martina Ireinová, Vít Voženílek a kol. (2020). ISBN: 978-80-244-5846-5
A6d_digital	Atlas nářečí českého jazyka. Krácení vokálů / autoři Martina Ireinová, Vít Voženílek a kol. (2020). ISBN: 978-80-244-5846-5
A7_scan	Atlas nářečí českého jazyka. Instrumentál plurálu / autoři Martina Ireinová, Vít Voženílek a kol. (2022). ISBN: 978-80-244-6244-8
A7d_digital	Atlas nářečí českého jazyka. Instrumentál plurálu / autoři Martina Ireinová, Vít Voženílek a kol. (2022). ISBN: 978-80-244-6244-8
A8_scan	Atlas nářečí českého jazyka. Deklinace substantiv / autoři Martina Ireinová, Vít Voženílek a kol. (2022). ISBN: 978-80-244-6245-5
A8d_digital	Atlas nářečí českého jazyka. Deklinace substantiv / autoři Martina Ireinová, Vít Voženílek a kol. (2022). ISBN: 978-80-244-6245-5
A9_scan	History of information graphics / Sandra Redngen ; ed. Julius Wiedemann ; with contributions from David Rumsey, Michael Friendly, Michael Stoll and Scott Klein (2021). ISBN: 978-3-8365-6767-1
A10_scan	History of information graphics / Sandra Redngen ; ed. Julius Wiedemann ; with contributions from David Rumsey, Michael Friendly, Michael Stoll and Scott Klein (2021). ISBN: 978-3-8365-6767-1
A11_scan	History of information graphics / Sandra Redngen ; ed. Julius Wiedemann ; with contributions from David Rumsey, Michael Friendly, Michael Stoll and Scott Klein (2021). ISBN: 978-3-8365-6767-1
A12_scan	Atlas světa v korejštině / written by Laure Flavigny and Jessie Magana ; cartography by Aurélie Boissière ; illustrated by Séverine Assous (2017). ISBN: 978-89-8389-699-5
A13_digital	Obyvatelstvo Česka: vitální index, věková struktura a index ekonomického zatížení. Edice M-A-P-S (Map and Atlas Products Series), Num. 14, 15, 16. Soubor: 3 mapové listy, formát A0, měřítko 1 : 500 000, 1 brožura, 100 s. Vondráková, A., Rychtaříková, J., Voženílek, V. A Pászto, V. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2021. ISBN 978-80-244-6062-8
A14_digital	Österreich Raum und Gesellschaft / Seder Martin. (2019). ISBN:978-3-85328-087-4
A15ai_digital	AI generovaná mapa; prompt: classic atlas map layout – Midjourney
A16ai_digital	AI generovaná mapa; prompt: infographic atlas map layout – Midjourney
I1_DIGITAL	Eurostat. <a href="https://ec.europa.eu/eurostat/news/themes-in-the-spotlight/hr-presidency">https://ec.europa.eu/eurostat/news/themes-in-the-spotlight/hr-presidency</a>
I2_DIGITAL	ČSÚ. <a href="https://www.czso.cz/csu/czso/energie">https://www.czso.cz/csu/czso/energie</a>
I3_DIGITAL	InfoViz. <a href="https://www.infoviz.cz/graphic.php?ID=320">https://www.infoviz.cz/graphic.php?ID=320</a>
I4_DIGITAL	InfoViz. <a href="https://www.infoviz.cz/graphic.php?ID=312">https://www.infoviz.cz/graphic.php?ID=312</a>
I5_DIGITAL	David McCandless. <a href="https://archive.org/details/147839887173">https://archive.org/details/147839887173</a>
I6_DIGITAL	Visua.ly. <a href="https://visual.ly/community/Infographics/geography/urbanization">https://visual.ly/community/Infographics/geography/urbanization</a>
I7_DIGITAL	Auvibes. <a href="https://auvibes.com/archives/1037">https://auvibes.com/archives/1037</a>
I8_DIGITAL	Pinterest. <a href="https://in.pinterest.com/pin/104497653843446319/">https://in.pinterest.com/pin/104497653843446319/</a>
I9_DIGITAL	Pinterest. <a href="https://www.pinterest.com/pin/482448178811488716/">https://www.pinterest.com/pin/482448178811488716/</a>
I10_DIGITAL	Autorská tvorba pre CzechGlobe.
I11_DIGITAL	Canva infografická šablóna.
I12_DIGITAL	Pinterest. <a href="https://i.pinimg.com/564x/18/aa/6e/18aa6e98c726ce96cafe33ce2eedea32a.jpg">https://i.pinimg.com/564x/18/aa/6e/18aa6e98c726ce96cafe33ce2eedea32a.jpg</a>
I13_DIGITAL	Gisportal. <a href="https://gisportal.cz/wp-content/uploads/2018/02/predok_resize_small.png">https://gisportal.cz/wp-content/uploads/2018/02/predok_resize_small.png</a> Autorská tvorba
I14_DIGITAL	ConceptDraw. <a href="https://www.conceptdraw.com/solution-park/INGR_TOOL_SPATIAL">https://www.conceptdraw.com/solution-park/INGR_TOOL_SPATIAL</a>
I15ai_DIGITAL	AI generovaná infografika; prompt: modern spatial oriented infographic
I16ai_DIGITAL	AI generovaná infografika; prompt: modern infographic
Mapa_1	Greek infographics. <a href="https://greekinfographics.com/?portfolio=%CE%BF%CE%B9-%CE%BD%CE%AD%CE%B5%CF%82-%CE%B3%CF%81%CE%B1%CE%BC%CE%BC%CE%AD%CF%82-%CE%BC%CE%B5%CF%84%CF%81%CF%8C">https://greekinfographics.com/?portfolio=%CE%BF%CE%B9-%CE%BD%CE%AD%CE%B5%CF%82-%CE%B3%CF%81%CE%B1%CE%BC%CE%BC%CE%AD%CF%82-%CE%BC%CE%B5%CF%84%CF%81%CF%8C</a>
Mapa_2	Atlas nářečí českého jazyka. Krácení vokálů / autoři Martina Ireinová, Vít Voženílek a kol. (2020). ISBN: 978-80-244-5846-5
Mapa_3	Atlas nářečí českého jazyka. Krácení vokálů / autoři Martina Ireinová, Vít Voženílek a kol. (2020). ISBN: 978-80-244-5846-5



<b>Mapa_4</b>	Atlas nářečí českého jazyka. Deklinace substantiv / autoři Martina Ireinová, Vít Voženílek a kol. (2022) ISBN: 978-80-244-6245-5
<b>Mapa_5</b>	Atlas Moravskoslezského kraje : lidé, podnikání, prostředí / Jaroslav Burian a kol. (2021). ISBN: 978-80-7576-070-8
<b>Mapa_6</b>	Čínský atlas
<b>Mapa_7</b>	Školní atlas dnešního Česka / autoři: Martin Hanus, Luděk Šídlo (2015). ISBN: 978-80-905403-4-7
<b>Mapa_8</b>	Atlas mondial Suisse / rédacteur en chef Lorenz Hurni. (2017). ISBN: 978-3-292-00847-3
<b>Mapa_9</b>	Atlante geografico illustrato DeAgostini / Istituto geografico De Agostini (1996). ISBN: 88-415-3782-5
<b>Mapa_10</b>	Ima ga wakarū dōidai ga wakarū Nihon čizu / editor: Seibidō šuppan henšūbu (2016). ISBN: 978-4-415-11227-5
<b>Mapa_11</b>	AI generovaná mapa; prompt: Infographic atlas map layout – Dall-E
<b>Mapa_12</b>	AI generovaná mapa; prompt: classic atlas map layout – Dall-E
<b>Mapa_13</b>	Haack Weltatlas. 3. Auflage. Gotha: VEB Hermann Haack, Geographisch-Kartographische Anstalt, 1980.
<b>Mapa_14</b>	Information Graphics. TASCHEN. Rendgen, S. (2020). ISBN: 9783836583831
<b>Mapa_15</b>	Atlas geograficzny : gimnazjum / redakcja atlasu: Beata Byer, Marzena Wieczorek (2004). ISBN: 83-89239-80-9
<b>Mapa_16</b>	Školní atlas dnešního Česka / autoři: Martin Hanus, Luděk Šídlo (2015). ISBN: 978-80-905403-4-7
<b>Mapa_17</b>	Heohrafija Ukrajiny : atlas. 8-9 klasy / ukladeno ta nidhotovleno do druku Deržavnym naukovo-vyrobnyčym pidpry-jemstvom "Kartohrafija" ; uporjadnyky: O. Ja. Skuratovič, N. I. Čanceva. ISBN: 966-631-299-9
<b>Mapa_18</b>	Heohrafija Ukrajiny : atlas. 8-9 klasy / ukladeno ta nidhotovleno do druku Deržavnym naukovo-vyrobnyčym pidpry-jemstvom "Kartohrafija" ; uporjadnyky: O. Ja. Skuratovič, N. I. Čanceva. ISBN: 966-631-299-9
<b>Mapa_19</b>	Information Graphics. TASCHEN. Rendgen, S. (2020). ISBN: 9783836583831
<b>Mapa_20</b>	Information Graphics. TASCHEN. Rendgen, S. (2020). ISBN: 9783836583831
<b>Mapa_21</b>	Österreich Raum und Gesellschaft / Seder Martin. (2019). ISBN:978-3-85328-087-4
<b>Mapa_22</b>	History of information graphics / Sandra Redngen ; ed. Julius Wiedemann ; with contributions from David Rumsey, Michael Friendly, Michael Stoll and Scott Klein (2021). ISBN: 978-3-8365-6767-1
<b>Mapa_23</b>	History of information graphics / Sandra Redngen ; ed. Julius Wiedemann ; with contributions from David Rumsey, Michael Friendly, Michael Stoll and Scott Klein (2021). ISBN: 978-3-8365-6767-1
<b>Mapa_24</b>	History of information graphics / Sandra Redngen ; ed. Julius Wiedemann ; with contributions from David Rumsey, Michael Friendly, Michael Stoll and Scott Klein (2021). ISBN: 978-3-8365-6767-1
<b>Mapa_25</b>	Atlas světa v korejštině / written by Laure Flavigny and Jessie Magana ; cartography by Aurélie Boissière ; illustrated by Séverine Assous (2017). ISBN: 978-89-8389-699-5
<b>Infografika_1</b>	Statista. <a href="https://www.statista.com/chart/32090/net-official-development-assistance-by-biggest-dac-member-donors-by-type/">https://www.statista.com/chart/32090/net-official-development-assistance-by-biggest-dac-member-donors-by-type/</a>
<b>Infografika_2</b>	Envato. <a href="https://elements.envato.com/people-infographics-flat-design-style-poster-NMNY8V">https://elements.envato.com/people-infographics-flat-design-style-poster-NMNY8V</a>
<b>Infografika_3</b>	České infografiky. <a href="https://ceskeinfografiky.cz/jaky-postoj-maji-cesi-k-aktivitam-influenceru/">https://ceskeinfografiky.cz/jaky-postoj-maji-cesi-k-aktivitam-influenceru/</a>
<b>Infografika_4</b>	Munch studio. <a href="https://munch.studio/the-power-of-infographics-in-the-information-age/">https://munch.studio/the-power-of-infographics-in-the-information-age/</a>
<b>Infografika_5</b>	Only infographic. <a href="https://www.onlyinfographic.com/2011/the-art-of-making-out/">https://www.onlyinfographic.com/2011/the-art-of-making-out/</a>
<b>Infografika_6</b>	Infographic journal. <a href="https://infographicjournal.com/the-winter-olympics-a-look-back/">https://infographicjournal.com/the-winter-olympics-a-look-back/</a>
<b>Infografika_7</b>	České infografiky. <a href="https://ceskeinfografiky.cz/kategorie/statistiky/">https://ceskeinfografiky.cz/kategorie/statistiky/</a>
<b>Infografika_8</b>	Freepik. <a href="https://www.freepik.com/free-vector/flat-universe-infographic_6437245.htm">https://www.freepik.com/free-vector/flat-universe-infographic_6437245.htm</a>
<b>Infografika_9</b>	Straitstimes. <a href="https://www.straitstimes.com/asia/se-asia/thai-cave-rescue-the-13-wild-boars-who-survived-17-days-trapped-in-a-flooded-cave">https://www.straitstimes.com/asia/se-asia/thai-cave-rescue-the-13-wild-boars-who-survived-17-days-trapped-in-a-flooded-cave</a>
<b>Infografika_10</b>	České infografiky. <a href="https://ceskeinfografiky.cz/herni-prumysl-v-cesku/">https://ceskeinfografiky.cz/herni-prumysl-v-cesku/</a>
<b>Infografika_11</b>	Statista. <a href="https://www.statista.com/chart/8958/oecd-countries-oda-to-gni/">https://www.statista.com/chart/8958/oecd-countries-oda-to-gni/</a>
<b>Infografika_12</b>	České infografiky. <a href="https://ceskeinfografiky.cz/kategorie/internet/">https://ceskeinfografiky.cz/kategorie/internet/</a>
<b>Infografika_13</b>	České infografiky. <a href="https://ceskeinfografiky.cz/tag/e-mail/">https://ceskeinfografiky.cz/tag/e-mail/</a>
<b>Infografika_14</b>	Statista. <a href="https://www.statista.com/chart/32068/average-price-of-air-travel-vs-available-seat-capacity/">https://www.statista.com/chart/32068/average-price-of-air-travel-vs-available-seat-capacity/</a>
<b>Infografika_15</b>	Infographics posters. <a href="https://www.infographicposters.com/love/diamonds-where-are-they-found.html/3194">https://www.infographicposters.com/love/diamonds-where-are-they-found.html/3194</a>
<b>Infografika_16</b>	Infographics posters. <a href="https://www.infographicposters.com/environmental/nanoplastic-pollution.html/7342">https://www.infographicposters.com/environmental/nanoplastic-pollution.html/7342</a>
<b>Infografika_17</b>	Venngage. <a href="https://venngage.com/templates/infographics/the-evolution-of-sports-equipment-through-the-ages-e7d934cc-b6c9-4107-a341-ceabb8614899">https://venngage.com/templates/infographics/the-evolution-of-sports-equipment-through-the-ages-e7d934cc-b6c9-4107-a341-ceabb8614899</a>
<b>Infografika_18</b>	Infographic journal. <a href="https://infographicjournal.com/the-modern-nurse-diversity-in-the-nursing-profession/">https://infographicjournal.com/the-modern-nurse-diversity-in-the-nursing-profession/</a>
<b>Infografika_19</b>	Vector stock. <a href="https://www.vectorstock.com/royalty-free-vector/coffee-infographic-vector-3326107">https://www.vectorstock.com/royalty-free-vector/coffee-infographic-vector-3326107</a>
<b>Infografika_20</b>	České infografiky. <a href="https://ceskeinfografiky.cz/vyber-obalky-ve-4-krocich/">https://ceskeinfografiky.cz/vyber-obalky-ve-4-krocich/</a>
<b>Infografika_21</b>	Statistika a my. <a href="https://www.statistikaamy.cz/2023/06/22/digitalizace-v-cesku">https://www.statistikaamy.cz/2023/06/22/digitalizace-v-cesku</a>
<b>Infografika_22</b>	České infografiky. <a href="https://ceskeinfografiky.cz/kategorie/business/">https://ceskeinfografiky.cz/kategorie/business/</a>
<b>Infografika_23</b>	Adobe. <a href="https://stock.adobe.com/cz/images/business-infographics-set-with-different-diagram-vector-illustration-abstract-data-visualization-marketing-charts-and-graphs-business-statistics-planning-and-analytics-forecasting-growth-rates/135311047">https://stock.adobe.com/cz/images/business-infographics-set-with-different-diagram-vector-illustration-abstract-data-visualization-marketing-charts-and-graphs-business-statistics-planning-and-analytics-forecasting-growth-rates/135311047</a>
<b>Infografika_24</b>	Infographics bee. <a href="https://www.infographicbee.com/environmental-benefits-electric-vehicles/">https://www.infographicbee.com/environmental-benefits-electric-vehicles/</a>
<b>Infografika_25</b>	České infografiky. <a href="https://ceskeinfografiky.cz/jak-cesi-pristupuji-k-e-shopum-infografika/">https://ceskeinfografiky.cz/jak-cesi-pristupuji-k-e-shopum-infografika/</a>