

Univerzita Palackého v Olomouci
Přírodovědecká fakulta
Katedra geoinformatiky

**UŽIVATELSKÉ PREFERENCE PŘI ČTENÍ MAP
S TMAVÝM POZADÍM**

Bakalářská práce

Barbora JANČOVÁ

doc. RNDr. Stanislav Popelka, Ph.D.

Olomouc 2026

Geoinformatika a kartografie

ANOTACE

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou využití a uživatelského vnímání barevných stupnic v mapových výstupech s tmavým pozadím. Cílem práce je zhodnotit, jak vybrané barevné stupnice ovlivňují preference a intuici uživatelů při interpretaci kartogramů ve srovnání s tradičním světlým podkladem. Pro tyto účely byla v softwaru ArcGIS Pro vytvořena testovací sada 48 unikátních mapových kompozic. Tyto výstupy využívají optimalizované barevné stupnice (červená, modrá, zelená, hnědá) a systematicky se střídají z hlediska světlosti pozadí i přítomnosti mapové legendy.

Součástí řešení je kvantitativní testování realizované prostřednictvím vlastního dotazníkového šetření, které umožnilo otestovat uživatelskou intuici při hodnocení vnímané hodnoty barev prostřednictvím přímé interakce s mapovým výstupem. Pro hlubší analýzu, porovnání a ověření těchto výsledků bylo následně provedeno kvalitativní šetření využívající metodu eye-trackingu a focus groups. Na základě získaných dat z obou fází testování byly zhodnoceny specifické odlišnosti ve vnímání tmavého pozadí u map. Výstupem práce je nejen ucelený přehled uživatelských preferencí, ale především formulace konkrétních doporučení pro volbu vhodných barevných stupnic při tvorbě map s tmavým pozadím.

KLÍČOVÁ SLOVA

kartogram; tmavé pozadí; barevné stupnice; uživatelské testování; eye-tracking

Počet stran práce: 57

Počet příloh: 3

ANNOTATION

This bachelor's thesis focuses on the use and user perception of color scales in maps with dark backgrounds. The main goal is to evaluate how selected color scales affect user preferences and intuition when interpreting choropleth maps compared to a traditional light background. For this purpose, a testing set of 48 unique maps was created in ArcGIS Pro. These maps use optimized color scales (red, blue, green, and brown) and systematically alternate between dark and light backgrounds, as well as the presence of a map legend.

The research included quantitative testing through a custom questionnaire, which allowed for testing user intuition in assessing the perceived value of colors through direct interaction with the maps. For deeper analysis and verification of these results, qualitative testing using eye-tracking and focus groups was also conducted. Based on the data from both testing phases, specific differences in perceiving dark-background maps were evaluated. The final output provides a comprehensive overview of user preferences and, most importantly, specific recommendations for choosing appropriate color scales when designing maps with dark backgrounds.

KEYWORDS

choropleth map; dark background; color scales; user testing; eye-tracking

Number of pages 57

Number of appendixes 3

Prohlašuji, že

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

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

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

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

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

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

Děkuji vedoucímu práce doc. RNDr. Stanislavu Popelkovi, Ph.D., za podněty a připomínky při vypracování práce. Dále děkuji Mgr. Karlu Macků, Ph.D., za odborné konzultace při statistickém zpracování dat a pomoc s jejich následnou interpretací.

Bakalářská práce byla vypracována v rámci projektu GAČR číslo: 23-06187S s názvem „identifikace bariér v procesu komunikace prostorových sociálně-demografických informací“, který byl řešen na Katedře geoinformatiky UP Olomouc.

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Akademický rok: 2024/2025

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Barbora JANČOVÁ**
Osobní číslo: **R23657**
Studijní program: **B0532A330011 Geoinformatika a kartografie**
Téma práce: **Uživatelské preference při čtení map s tmavým pozadím**
Zadávající katedra: **Katedra geoinformatiky**

Zásady pro vypracování

Cílem bakalářské práce je hodnocení uživatelských preferencí map s tmavým pozadím. Studentka v první fázi vytvoří sadu tematických map na libovolná témata s různými variantami tmavého pozadí. Jako kontrolní vzorek vytvoří i mapy s klasickým (světlym) pozadím. Následně tyto mapy použije pro dotazníkové šetření, jehož cílem bude zjistit uživatelské preference těchto map. Dotazníkové šetření bude distribuováno tak, aby získala relevantní počet respondentů (500+). Zároveň by bylo vhodné, aby skladba respondentů obsahovala jak mladší ročníky, tak i starší uživatele, aby se dal zjistit vliv věku na preferenci map. Následně studentka výsledky dotazníkového šetření kvantitativně zpracuje.

Na základě zjištěných poznatků použije kvalitativní metody analýzy a na menším vzorku respondentů zjistí subjektivní postoje respondentů k tmavému pozadí. Nabízí se například eye-tracking v kombinaci s metodou think-aloud, rozhovor či focus group.

Výstupem práce budou výsledky obou uživatelských studií a z nich vycházející doporučení pro používání tmavého pozadí.

Text práce studentka zpracuje v souladu se závaznou šablonou pro kvalifikační práce KGI. O diplomové práci studentka vytvoří webovou stránku a poster. Celou práci (text, přílohy, výstupy, zdrojová a vytvořená data, poster a web) odevzdá studentka v digitální podobě na datové úložiště katedry. Do evidence STAG studentka odevzdá úplný text práce s přílohami, které určí vedoucí práce. Fyzicky student odevzdá pouze přílohy určené vedoucím práce.

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

Seznam doporučené literatury:

BLAŽKOVÁ, K. (2020) Hodnocení vlivu preferencí uživatelů a vybraných doporučení k písmu a popisu v mapách, diplomová práce, KGI UPOL
BRYCHTOVÁ, A. (2015) Barevná vzdálenost v kartografii, disertační práce, KGI UPOL
HOHNOVÁ, A. (2019) Netradiční podoby kartodiagramů a možnosti jejich konstrukce. Diplomová práce, KGI UPOL
POPELKA, S. (2018) Eye-tracking (nejen) v kognitivní kartografii: praktický průvodce tvorbou a vyhodnocením experimentu. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci
SCHIEWE, J. (2024) Dark-is-More Bias Also in Dark Mode? Perception of Colours in Choropleth Maps in Dark Mode. KN-Journal of Cartography and Geographic Information, 2024, 74.2: 171-180.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. RNDr. Stanislav Popelka, Ph.D.**
Katedra geoinformatiky

Datum zadání bakalářské práce: 5. května 2025
Termín odevzdání bakalářské práce: 4. května 2026

LS.

prof. RNDr. Martin Kubala, Ph.D.
děkan



prof. RNDr. Vilém Pechanec, Ph.D.
vedoucí katedry

V Olomouci dne 9. října 2025

OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	9
ÚVOD	10
1 CÍLE PRÁCE	11
2 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY	12
2.1 Tmavý režim	12
2.1.1 Výhody tmavého režimu	13
2.1.2 Tmavý režim v kartografii	14
2.2 Barvy.....	16
2.2.1 Barvy v kartografii.....	17
2.2.2 Barevné stupnice.....	17
2.3 Dotazníkové šetření.....	18
2.4 Metoda Focus Group.....	19
3 METODY A POSTUP ZPRACOVÁNÍ	20
4 TVORBA MAP	22
4.1 Tvorba kartogramů	22
5 DOTAZNÍKOVÉ ŠETŘENÍ.....	29
5.1 Grafické zpracování dat.....	32
6 EYE-TRACKING TESTOVÁNÍ	40
7 METODA FOCUS GROUP	46
8 VÝSLEDKY	49
9 DISKUZE	51
10 ZÁVĚR	52
 POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE.....	54
 PŘÍLOHY.....	56

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

Zkratka	Význam
AI	Artificial Intelligence
CMYK	Cyan Magenta Yellow black
ČSÚ	Český statistický úřad
DBMS	Database Management System
DWG	DraWinG
GIS	geografický informační systém
GIT	geoinformační technologie
HSV	Hue Saturation Value
JPEG	Joint Picture Experts Group
k.ú.	katastrální území
KGI	Katedra geoinformatiky PřF UP
KN	Katastr nemovitostí
MS	Microsoft
POÚ	pověřený úřad
RGB	Red Green Blue
RIS	regionální informační systém
SDE	Spatial Database Engine
SGI	Soubor geodetických informací
SHP	Shapefile
SLDB	Sčítání lidu, domů a bytů
SQL	Structured Query Language
UP	Univerzita Palackého
ZÚ	Zeměměřický úřad

ÚVOD

V posledních letech se takzvaný tmavý režim (dark mode) stal standardní součástí většiny operačních systémů, mobilních aplikací i webových rozhraní. Uživatelé jej preferují nejen kvůli estetice, ale především pro snížení únavy očí při práci ve špatných světelných podmínkách a pro úsporu energie u moderních typů displejů. Tento trend se přirozeně začíná prosazovat i v oblasti digitální kartografie, kde se stále častěji setkáváme s mapovými portály nebo navigačními systémy, které tmavé podklady využívají jako výchozí volbu.

Ačkoliv je technologický přechod na tmavé rozhraní velmi rychlý, teoretický výzkum v oblasti kartografického vnímání za tímto vývojem v určitých ohledech zaostává. Tradiční kartografická pravidla byla vytvářena pro světlý podklad papíru. U klasických map je uživatel zvyklý, že tmavší nebo sytější barva představuje vyšší hodnotu zobrazeného jevu. V momentě, kdy celou mapu přepneme do tmavého režimu, se však tato zažitá intuice může začít měnit. Není totiž jednoznačně jasné, zda lidský mozek na tmavém pozadí stále hledá „nejtmavší“ barvu jako představitele nejvyšší hodnoty, nebo zda jeho pozornost přirozeně nezačne přitahovat barva nejsvětlejší, která z tmavého okolí vystupuje nejvíce.

Právě tato nejednoznačnost v interpretaci barev představuje pro současnou kartografii zásadní výzvu. Pokud by uživatelé na tmavých mapách vnímali hodnoty opačně, než autor zamýšlel, mohlo by docházet k chybným interpretacím dat, což je u tematických map nežádoucí. Tato bakalářská práce proto vznikla z potřeby prozkoumat uživatelské preference a vnímání barevných stupnic v tmavém režimu. Cílem je zjistit, jakým způsobem barva pozadí ovlivňuje čtení mapy a na základě těchto zjištění navrhnout doporučení, která pomohou tvůrcům map vytvářet srozumitelné a uživatelsky přívětivé výstupy i v tomto moderním vizuálním formátu.

1 CÍLE PRÁCE

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo zhodnocení uživatelských preferencí u kartogramů s tmavým pozadím se zvláštním zřetelem na věkové rozdíly respondentů. Práce reaguje na současný trend rozšiřování tmavých rozhraní v digitálním prostředí a snaží se zaplnit mezeru v teoretických poznatcích o tom, jak tato změna pozadí ovlivňuje vnímání tradičních barevných stupnic. Aby bylo možné tohoto cíle dosáhnout, byla zvolena metodika kombinující kvantitativní a kvalitativní výzkum.

V úvodní fázi bylo cílem vytvořit testovací sadu mapových výstupů, která operovala se čtyřmi barvami: modrou, červenou, zelenou a hnědou. Pro generování barevných stupnic byly využity nástroje ColorBrewer a ArcGIS Pro, doplněné o vlastní návrhy stupnic vycházející z provedené rešerše. Každá barevná varianta byla zpracována ve třech variantách aplikovaných na světlé i tmavé pozadí. Pro účely testování byly dále připraveny varianty map s legendou i bez ní, aby bylo možné zkoumat roli intuice při čtení mapy. Celkový soubor zahrnoval 48 unikátních mapových výstupů (Obr. 1).

Sběr dat byl rozdělen do několika fází. Prvotním cílem bylo získat kvantitativní data formou online dotazníkového šetření realizovaného prostřednictvím nástroje LimeSurvey. Distribuce dotazníku byla cílena výhradně do online prostředí s využitím sociálních sítí Facebook, streamovací platformy Twitch a e-mailové komunikace. Získaná data byla následně statisticky zpracována v prostředí RStudio, přičemž klíčovým aspektem analýzy byla kategorizace respondentů do příslušných věkových skupin a porovnání jejich preferencí.

Vzhledem k tomu, že dotazník pokrýval pouze kvantitativní část, bylo dalším cílem práce doplnit výzkum o metodu eye-trackingu a metodu focus groups. V rámci eye-tracking testování bylo cílem na menším vzorku map, vybraném na základě výsledků z dotazníku, ověřit reálné vizuální chování uživatelů. Metoda focus groups byla zvolena pro hlubší pochopení motivací respondentů, přičemž diskuse byly rozděleny na dvě nezávislé skupiny – kartografy a laiky. Cílem tohoto rozdělení bylo identifikovat rozdíly v uvažování odborníků a běžných uživatelů.

Závěrečným cílem práce byla syntéza všech zjištěných výsledků a následná formulace praktických metodických doporučení pro tvorbu kartogramů v tmavém režimu. Tato doporučení by měla sloužit jako vodítko pro kartografickou praxi při navrhování srozumitelných a uživatelsky přívětivých mapových děl v moderních vizuálních formátech.

BARVY	BAREVNÁ STUPNICE	POZADÍ	LEGENDA
<ul style="list-style-type: none">• Červená• Modrá• Zelená• Hnědá	<ul style="list-style-type: none">• ColorBrewer• ArcGIS Pro• vlastní tvorba	<ul style="list-style-type: none">• Světlé• Tmavé	<ul style="list-style-type: none">• S legendou• Bez legendy

Obr. 1 Přehled kombinací mapových výstupů

2 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

Tmavý režim (tzv. „dark mode“) se v posledních letech dostává do širšího povědomí uživatelů i vývojářů. Jedná se o zobrazení využívající světlé písmo na tmavém pozadí, což je opakem tradičního světlého režimu (tzv. „light mode“). „Odborná diskuse často zmiňuje řadu potenciálních výhod tohoto zobrazení, jako je energetická úspora (Eisfeld a Kristallovich 2020) či menší únava očí, ačkoliv u některých zrakových vad může být efekt právě opačný (Sprabary 2023).

S rostoucí popularitou se tmavý režim začal hojně uplatňovat i ve webové kartografii. Mapové služby jako Google Maps či Apple Maps, stejně jako knihovny Leaflet nebo Mapbox, již běžně nabízejí možnost přepnutí do tmavého rozhraní. Ačkoliv se tento režim primárně využívá v navigačních systémech pro jízdu v noci, jeho význam roste i u tematických map. Příkladem může být německý zpravodajský portál ZEIT ONLINE, který nevytváří mapové podklady responzivní pouze pro různé velikosti obrazovek, nabízí i varianty optimalizované přímo pro světlý a tmavý režim (Schiewe 2024). Tento trend potvrzují i přední poskytovatelé mapových podkladů. Například platforma MapTiler dnes ke svým standardním mapovým stylům automaticky poskytuje plnohodnotné tmavé alternativy. Tyto varianty jsou od počátku kartograficky navrženy tak, aby nenarušovaly vizuální hierarchii, byly šetrné k očím a plynule zapadly do tmavého uživatelského rozhraní aplikací (MapTiler 2026).

2.1 Tmavý režim

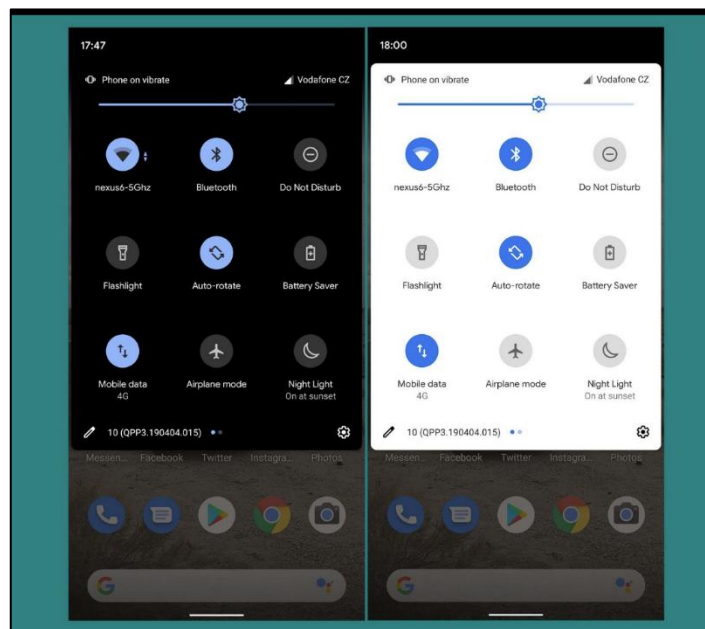
V počátcích výpočetní techniky v 70. a 80. letech 20. století byl tmavý režim technologickou nutností, nikoliv estetickou volbou (Obr. 2). Monitory využívající katodové trubice (CRT) nedokázaly efektivně osvětlit celou plochu bez rizika vypálení, proto dominovalo zobrazení světlého textu na tmavém pozadí (Del Valle 2020). Změnu přinesl až následný nástup grafických uživatelských rozhraní, kdy začala v designu dominovat snaha o imitaci fyzického papíru, tedy zobrazení tmavého písma na světlém pozadí.



Obr. 2 – Apple II. 1997 (Wichary 2007)

K opětovnému výraznému posunu došlo až v letech 2018 a 2019, kdy společnosti Apple a následně Microsoft integrovaly tmavý režim systémově do svých platform. V současnosti je podpora světlého i tmavého módu standardem u většiny moderních webových

prohlížečů. Výzkum serveru Android Authority (Westenberg 2020) poukázal na vysokou míru adopce tohoto zobrazení, když uvedl, že přibližně 82 % uživatelů preferuje tmavý režim, zatímco téměř 10 % respondentů mezi oběma režimy přepíná. Ačkoliv panuje obecný předpoklad, že k tmavému režimu inklinuje především mladší generace, komplexní studie zaměřené na preference ostatních věkových skupin v odborné literatuře dosud chybí.



Obr. 3 Ukázka uživatelského rozhraní v tmavém a světlém režimu (Vokáč 2019)

Tmavý režim integruje stále větší množství platforem a aplikací (Obr. 3). V současné době jej využívá většina sociálních sítí a nově jej implementovala i studentská aplikace [Alive App](#). Tyto systémy se obvykle automaticky přizpůsobují systémovému nastavení zařízení, uživatelům však zůstává možnost manuálního přepnutí dle aktuální potřeby či světelných podmínek.

2.1.1 Výhody tmavého režimu

Vědecká diskuse v posledních letech často zmiňuje řadu potenciálních přínosů tmavého režimu. Mezi ně patří například menší únava očí, úspora baterie, lepší estetika či snížení kognitivní zátěže. Ne všechna tato tvrzení však platí za všech okolností.

V případě energetické úspory je klíčová použitá technologie. K reálnému snížení spotřeby dochází pouze u zařízení s OLED displeji, kde je osvětlení rozděleno alespoň do zón, které lze vypnout, když se nepoužívají. Zařízení s běžnými LED panely z tohoto nastavení profitovat nemohou (Eisfeld a Kristallovich 2020).

Z hlediska zrakového komfortu se situace různí. Uživatelé s očními vadami, například astigmatismem, mohou mít při čtení světlého textu na tmavém pozadí potíže. Tento jev je často připisován tzv. *halation efektu* (efektu svatozáře). Při sledování tmavé obrazovky se zornice oka více roztahuje, aby zachytila dostatek světla. U očí s astigmatismem však toto rozšíření zvyrazňuje optickou vadu čočky, což způsobuje, že se světlo ze znaků opticky rozpíjí do okolního tmavého prostoru a text se jeví jako rozmazaný (Sprabary 2023). Naopak v prostředí s nedostatkem světla (např. v noci) je tmavý režim přínosný. Sníží totiž výrazný kontrast mezi jasnou obrazovkou a tmavým okolím, čímž omezuje oslnění

a nutnost neustálé adaptace oka. Definovat jednoznačné výhody a nevýhody je tedy složité, protože vhodnost použití tmavého režimu závisí na denní době, okolním osvětlení i individuálních vlastnostech uživatele.

2.1.2 Tmavý režim v kartografii

Jak již bylo zmíněno, tmavý režim nachází v současnosti široké uplatnění zejména ve webové kartografii a u navigačních systémů v nočních hodinách. Tento trend má pozitivní dopad na bezpečnost, neboť u řidičů dochází ke snížení kognitivní zátěže a navigaci nesledují tak intenzivně (Qiao a Wu 2023). Dalším významným benefitem je eliminace oslnění zraku v prostředí s nízkou hladinou osvětlení.

Problematikou interpretace barev v tmavém režimu se detailně zabýval Schiewe (2024). Autor se zaměřil na experimentální ověření teorie, zda specifické vizuální podmínky tmavého režimu mění lidské vnímání hodnot. Hlavní výzkumnou otázkou bylo, zda na tmavém pozadí převládne princip „světlejší znamená více“ (*light-is-more*), jelikož světlé odstíny vykazují v tomto zobrazení nejvyšší kontrast a opticky nejvíce vystupují do popředí. K testování hypotézy využil Schiewe tři typy barevných schémat: ColorBrewer, Brewer Original a vlastní modifikovanou sadu Multi-Criteria.

Výsledky výzkumu odhalily zásadní rozdíly v interpretaci v závislosti na vlastnostech stupnice. U schématu Brewer Original, které využívalo velmi jasné a kontrastní světlé odstíny, se potvrdilo riziko záměny – vysoký jas těchto barev působil na část respondentů dominantně, což vedlo k mylné interpretaci světlých tónů jako nejvyšších hodnot. Naopak u schématu Multi-Criteria (Obr. 4), kde byl jas a kontrast světlých tónů záměrně snížen, byl tento efekt potlačen a respondenti se výrazněji drželi tradičního principu „tmavší znamená více“. Studie tedy naznačuje, že vnímání hodnot v tmavém režimu je zásadně ovlivněno mírou kontrastu. Autoři v závěru explicitně varují před extrémními hodnotami jasu, které mohou narušit správnou hierarchii vnímání.



Obr. 4 Model „Multi-Criteria“ pro kartogram (Schiewe 2024)

Webová kartografie sice přinesla nový uživatelský pohled na mapy, ale zároveň vyvolala specifická technická úskalí. Patří mezi ně zejména problematika barevné reprodukce

na webu, kdy se vlivem odlišných parametrů zobrazovacích zařízení může identická barva jevit uživateli různě. Vliv těchto faktorů na uživatelskou zkušenost zkoumali Qiao a Wu (2023). Pomocí technologie eye-tracking hodnotili použitelnost veřejně dostupných mapových portálů (Google Maps a Gaode Maps) v denních a nočních světelných podmínkách. Zjistili, že pro efektivní kartografickou komunikaci je klíčové sladit design mapy s aktuálním světelným prostředím uživatele.

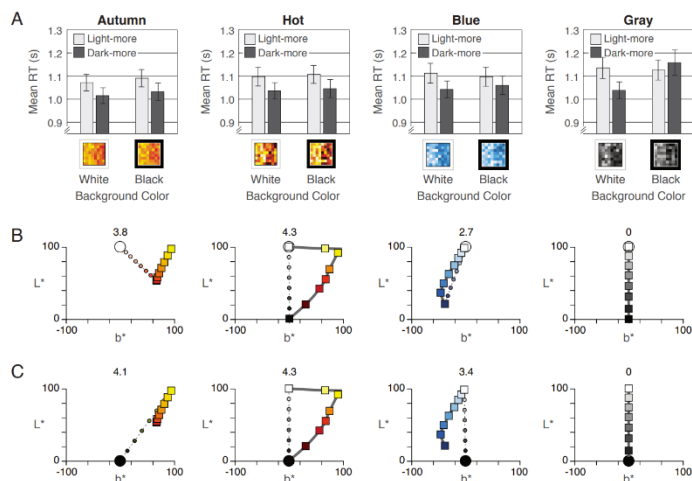
Celkově nejlepších výsledků z hlediska efektivity a nízké kognitivní zátěže dosahovalo používání světlého režimu během dne, zatímco tmavý režim byl pro denní využití vyhodnocen jako nejméně vhodný. Výhoda tmavého režimu se projevila v noci, konkrétně u úkolů zaměřených na identifikaci objektů v prostoru. Dotazníkové šetření těchto autorů však odhalilo propast mezi teoretickými výhodami a reálnou praxí; uživatelé volí tmavý režim u webových map jen zřídka, což naznačuje potřebu dalšího formování uživatelských návyků.



Obr. 5 Komparace vizuálního zpracování Google Maps ve světlém a tmavém režimu na úrovni uličního a městského měřítká (Qiao a Wu 2023).

Výběr barev a jejich interpretace při přepínání mezi světlým a tmavým pozadím je navíc úzce spjat s lidskými kognitivními předsudky, jak prokazuje studie Schloss et al. (2019). Výzkumníci zkoumali faktory určující tzv. odvozené mapování (*inferred mappings*), tedy podvědomé spojování vizuálních vlastností barev s velikostí jevů. Zásadním zjištěním bylo, že vliv barvy pozadí závisí primárně na tom, zda barevná škála vyvolává iluzi proměnlivé průhlednosti. Pokud barevná škála tuto iluzi nevykazuje, uživatelé se automaticky řídí pravidlem „tmavší znamená více“ (*dark-is-more bias*) bez ohledu na barvu podkladu. Pokud však barvy působí dojem měnící se průhlednosti (postupně splývají s pozadím), aktivuje se předsudek „neprůhlednější znamená více“ (*opaque-is-more bias*).

Zatímco na světlém pozadí se oba principy přirozeně doplňují, na tmavém podkladu vzniká kognitivní konflikt, kdy pravidlo neprůhlednosti může oslabit či zcela přebít zažité pravidlo tmavosti. Pro tvorbu robustních vizualizací tak autoři doporučují přiřazovat vyšší hodnoty tmavším barvám a zcela se vyvarovat škálám, které by mohly evokovat změnu průhlednosti.



Obr. 6 Analýza kognitivních předsudků při interpretaci barevných schémat v závislosti na jasů pozadí a iluzi průhlednosti (Schloss et al. 2019)

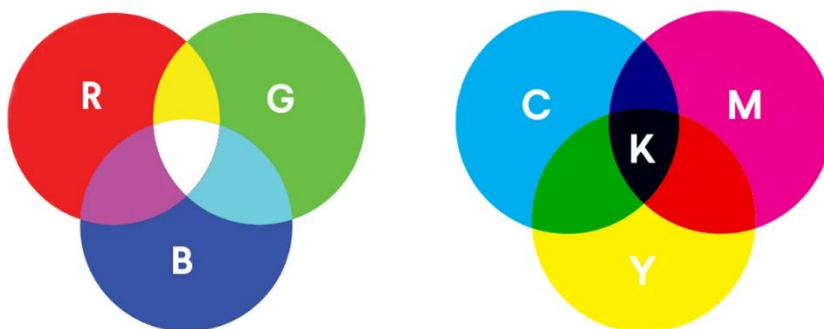
Při přípravě map pro prohlížení na internetu je vhodné, aby kartograf pracoval na kalibrovaném monitoru, který umožňuje zobrazit celý barevný prostor sRGB. Většina prohlížečů podporuje správu ICC profilů a podle W3C by všechny obrázky a prvky webových stránek bez vloženého profilu měly být prohlížečem zobrazovány tak, jako by měly přiřazeny sRGB (Brychtová 2015).

Software ArcGIS Pro umožňuje vkládání barevných profilů, avšak tato funkcionality je často omezena pouze na formát PDF, což představuje komplikaci pro použití map na webu či v online dotaznících. Dalším úskalím je nekonzistence barevného podání, kdy exportovaná mapa může vykazovat odlišné odstíny oproti zobrazení v grafickém rozhraní softwaru. Vhodným nástrojem pro pokročilou práci s barevnými profily je proto Adobe Illustrator. Při propojení s ArcGIS Pro tento software umožňuje nejen efektivní správu barev, ale i následný export do široké škály formátů s korektně vloženým profilem.

2.2 Barvy

Barva hraje významnou roli v životě většiny lidské populace. Je důležitá z důvodu nesené informace i dojmu, který v člověku vyvolává, ať už jde o různá značení, estetiku či psychologii. Barva prakticky od počátku provází i kartografickou tvorbu, a ačkoliv se její funkce v kartografickém díle v průběhu staletí proměňovala, například odklonem kartografické práce od umělecké tvorby, byla vždy jejím klíčovým a těžko nahraditelným vyjadřovacím prostředkem (Voženílek a Kaňok 2011).

Základními parametry barev jsou tón, světlost a sytost. Nejčastějšími modely jsou RGB a CMYK, přičemž pro web se používá již dříve zmíněný standard sRGB. V kartografii jsou daleko důležitější pocity a vjemy, které jednotlivé barvy, či její odstíny v člověku vyvolávají a to konotace (druhotné významy) a asociace (představy) (Voženílek a Kaňok 2011). Například se mezi ně řadí pocit tepla, bezpečí a klidu, či naopak vnímání chladu, zákazu nebo hrozícího nebezpečí.



Obr. 7 Barevný model RGB a CMYK (Ellis 2025)

Vnímání barev není u všech jedinců totožné. Do vlastní interpretace vstupují subjektivní aspekty uživatele, jako je věk, pohlaví, kulturní zázemí či míra dosavadních zkušeností s prací s mapou. Například v různých kulturách se může lišit symbolický význam konkrétních odstínů – typickým příkladem je bílá barva, která v západní civilizaci asociuje čistotu, zatímco v některých východních kulturách je tradičně spojována se smutkem. Z hlediska věku pak dochází k přirozeným fyziologickým změnám zraku, které snižují citlivost na kontrast a mění vnímání barev.

Poruchy barevného spektra u lidí jsou způsobeny jednak odlišnou spektrální absorpcí v čípcích, odchylkami v průměrném zastoupení jednotlivých fotoreceptorů v sítnici nebo kompletní absencí fotoreceptorů daného typu (Sládek 2015). Toto je obdobné u barvoslepých lidí, v důsledku absence nebo výrazného nedostatku čípků senzitivních na červenou a zelenou barvu vidí pouze dvoubarevně (Sládek 2015). Autor dále rozebírá i poruchy ve vnímání barev, přičemž podle něj je maximální uvažovaný rozsah viditelného spektra pro člověka mezi 360 nm a 830 nm, reálný pak od 380 nm do 780 nm. Citlivost oka klesá nad 650 nm a stejně tak i pod 400 nm (Vítková 2024), proto se často v odborné literatuře uvádí pouze hrubý rozsah 400–700 nm (Sládek 2015).

2.2.1 Barvy v kartografii

Barva je v kartografii aspektem, který se objevuje ve všech mapových prvcích. Nese v sobě mnoho funkcí jako např. rozlišovací, kategorizační, výstražnou, informační, psychologickou, reklamní a estetickou (Voženílek a Kaňok 2011). Významnou roli v interpretaci map hrají zažitá kartografická konvence. U kvantitativních metod jsou uživatelé zvyklí na princip, že s rostoucí intenzitou jevu roste i tmavost barvy. S nástupem tmavého režimu však vyvstává otázka, zda změna pozadí na tmavé tuto intuici nenarušuje, jelikož vizuálně nejvýraznějším prvkem se stávají světlé odstíny. Konkrétně u kartogramů se touto otázkou zabýval Schiewe (2024).

Barva rozšiřuje možnosti mapového jazyka a poskytuje tak o objektu či jevu další informace (Voženílek a Kaňok 2011). Nejvýraznější rozdíl mezi používáním barev v umění a kartografii je, že barva má v uměleckých dílech v první řadě za úkol zaujmout a její funkce je čistě estetická. Oproti tomu v mapách má barva primární funkci jako nositel informace (Voženílek a Kaňok 2011).

2.2.2 Barevné stupnice

Barevné stupnice v mapě umožňují vizuálně reprezentovat a kvantifikovat různé údaje na mapě. Využitím různých barevných odstínů lze snadno porovnávat a analyzovat data v mapě, což umožňuje uživatelům map rychle identifikovat vzory, rozdíly a souvislosti

ve zobrazených datech a prostoru. Použití správných barev a barevných stupnic je klíčové pro to, aby mapa byla srozumitelná a informativní (Vítková 2024). V kartografii se stupnice dají dělit dle povahy dat na kvalitativní a kvantitativní. Obecným cílem používání barvy pro vyjádření kvantity jevu je snadná rozlišitelnost velikosti jevu mezi jednotlivými vyjadřovacími znaky (větší-menší; kategorie: nejdůležitější-důležitéjše-nejméně důležité; intenzita jevu). V kartografické literatuře se lze s použitím barev pro vyjádření kvantitativních jevů setkat poměrně často. Je to jedna s nejběžnějších metod znázornění statistických dat (Voženílek a Kaňok 2011).

Kvalitativní povahu má v kartografickém vyjadřování binárních a nominálních proměnných, tj. dat, která vyjadřují vlastnosti jevů náležejících k určité skupině (kategorii), aniž by byly vlastnosti těchto skupin nějakým způsobem srovnávány. Typickým příkladem jsou pak mapy složené z bodových, liniových a plošných kvalitativních znaků, např. rozšíření letišť, jazyků, politického uspořádání apod. (Voženílek a Kaňok 2011).

U barevných stupnic obecně platí, že s rostoucím počtem kategorií se zvyšuje obtížnost jejich vzájemného rozlišení uživatelem. Proto se doporučuje pracovat s maximálně sedmi třídami. V případě tmavého pozadí je navíc nezbytné prioritizovat vizuální plynulost a dostatečný kontrast barev vůči podkladu. Tím se předchází interpretační nejistotě, která v tmavých režimech přirozeně narůstá v důsledku specifického vnímání jasu a sytosti lidským okem (Schiewe 2024). Jelikož však stále není zcela jasné, jak uživatelé různé barvy na tmavém pozadí reálně vnímají, je nutné tyto teoretické předpoklady prakticky otestovat. K získání skutečných dat od uživatelů se tak nabízí využití různých výzkumných metod, jako je například dotazníkové šetření.

2.3 Dotazníkové šetření

Dotazníky jsou efektivním a ekonomicky nenáročným nástrojem pro rychlý sběr dat od velkého počtu respondentů. V případě, že se podaří oslovit reprezentativní vzorek osob, mohou poskytovat cenné informace, které lze obecně aplikovat na zkoumanou populaci (Popelka 2018). V posledních několika letech se dotazníky staly velmi populární volbou pro zjišťování a sběr dat. Obzvláště oblíbenými jsou mezi studenty, kteří pro své závěrečné práce potřebují získat konkrétní vzorek dat v relativně krátkém čase.

Tomuto trendu vyšla vstříc řada technologických společností, které do svého portfolia služeb integrovaly nástroje pro snadnou tvorbu formulářů, jako je například platforma Google Forms. Ve většině případů lze dotazníky vytvořit zdarma prostřednictvím online nástrojů, které však často disponují omezenou funkcionalitou, například limitem počtu respondentů nebo absencí pokročilých funkcí, jako je podmíněné větvení (programování) otázek. Rozšířené možnosti jsou zpravidla dostupné v rámci zpoplatněných licencí. Mnohé platformy, jako například LimeSurvey, však nabízejí zvýhodněné balíčky určené přímo pro studenty. Někteří poskytovatelé jako QuestinPro umožňují také individuální cenovou nabídku, kdy je možné po vzájemné dohodě zpřístupnit pouze vybranou specifickou funkci. Typ otázky, možnost různých způsobů odpovědí, počtu odpovědí, možnosti sdílení dotazníků nebo způsoby analýzy nasbíraných dat jsou nejčastější parametry pro výběr konkrétní platformy pro dotazníkové šetření (Vítková 2024).

V kartografii se pomocí vhodně formulovaných otázek v dotazníku dají zjišťovat slabé či silné stránky produktu, což je užitečné pro hodnocení jeho efektivity. Jistou nevýhodou dotazníkových šetření je však závislost na schopnosti retrospekce respondentů a subjektivní povaha jejich odpovědí, které mohou být v rozporu s objektivními výsledky (Popelka 2018). Dotazníky sice poskytují cenná kvantitativní data, ale nedokážou vždy odhalit přesné důvody uživatelského chování.

2.4 Metoda Focus Group

Pro získání kvalitativních informací a detailnější pochopení celého problému jsou vhodnější jiné metody, jako je například metoda focus group.. Jedná se o výzkumný nástroj pro získávání informací ke zvolenému tématu od skupin, které se vyznačují sdílenými charakteristikami nebo zájmy. Focus group zaostřuje vhléd do postojů a přesvědčení, které jsou zdrojem chování. Participanti se navzájem podněcují v tvorbě myšlenek, jsou konfrontováni s názory a postoji druhých, což v nich vyvolává potřebu vyjádřit svůj pohled na dané téma (Šebek a Hoffmannová 2010). Výzkumná skupina se obvykle skládá z 6 až 10 osob.

Pro zajištění konstruktivního průběhu diskuse a zamezení odbíhání od tématu je přítomen moderátor. Jeho úkolem je usměrňovat dominantní řečníky a podporovat komunikaci doplňujícími otázkami. Metoda focus group nachází široké uplatnění zejména v oblasti marketingu a reklamy. Samotná diskuse trvá přibližně jednu až dvě hodiny a často bývá nahrávána pro účely následné analýzy všech zaznamenaných názorů. Hlavní výhodou tohoto přístupu je možnost shromáždit široké spektrum pohledů od různých lidí v relativně krátkém časovém úseku.

3 METODY A POSTUP ZPRACOVÁNÍ

K naplnění stanovených cílů této práce byla uplatněna sada komplexních výzkumných metod. Z teoretických přístupů bylo využito zejména detailní studium odborných pramenů (pro identifikaci specifických vlastností tmavého režimu a porozumění kognitivním zkreslením), komparace (pro zhodnocení vizuálních rozdílů mezi jednotlivými kartografickými režimy zobrazení) a syntéza (která umožnila transformovat získané poznatky do konkrétních pravidel pro tvorbu testovacích mapových sad).

Sběr a vyhodnocování primárních dat probíhaly za pomoci empirických metod, přičemž důraz byl kladen na účelnou kombinaci kvantitativních a kvalitativních technik. Zásadní bylo využití experimentu a exaktního měření, jež probíhalo formou rozsáhlého on-line dotazníkového šetření a testování použitelnosti s využitím technologie eye-trackingu. Subjektivní faktory a uživatelské preference byly navíc detailně mapovány metodou pozorování během kvalitativních focus groups.

Data pro tvorbu testovacích kartogramů byla získána z mezinárodní statistické databáze [FAOSTAT](#). Pro účely výzkumu byla tato sekundární data záměrně modifikována; státům s chybějícími údaji byly přiřazeny extrémní hodnoty a u vybraných zemí byla data upravena tak, aby byla zajištěna dostatečná prostorová variabilita barevných ploch. Tento postup reprezentuje metodu řízené modifikace dat pro potřeby vizuálního testování, nikoliv věrnou reprezentaci geografické reality. Všechny mapové výstupy byly vytvořeny v softwaru ArcGIS Pro (v. 3.6.2) a exportovány v rastrovém formátu vhodném pro webovou distribuci a laboratorní testování.

Pro realizaci uživatelského testování byla využita on-line platforma [LimeSurvey](#) (tarif Basic), která umožnila sběr 507 kompletních odpovědí. Pro tvorbu HTML kódu, nezbytného pro specifické funkční a vizuální úpravy dotazníku, byl jako podpůrný nástroj využit model Gemini. Distribuce dotazníku probíhala elektronicky, přičemž vedle sociálních sítí byly využity i streamovací platformy Twitch a Kick, díky kterým se povedlo nasbírat přes 350 respondentů. Pro roztřídění dat byl použit Microsoft Excel a pro následné grafické zpracování a statistické vyhodnocení dat bylo využito prostředí RStudio (v. 2025.09.1 Build 401). Laboratorní testování vizuální pozornosti, pro které bylo vybráno 20 map bylo realizováno pomocí eye-trackeru Tobii Pro Spectrum a softwaru Tobii Pro Lab. Pro metodu focus groups byly vybrány dvě skupiny odbornosti; kartografové a nekartografové. Skupiny se účastnily výzkumu nezávisle na sobě. Kvalitativní záznamy z focus groups byly zpracovány pomocí platformy Beey.io využívající algoritmy umělé inteligence pro transkripci řeči, přičemž výsledný text byl podroben manuální korektuře autorkou.

Chronologický postup řešení práce lze shrnout do následujících bodů:

1. Rešerše odborné literatury
2. Výběr a modifikace statistických dat z databáze FAOSTAT
3. Návrh barevných stupnic a tvorba kartogramů v ArcGIS Pro pro světlý a tmavý režim.
4. Sběr dat prostřednictvím on-line dotazníkového šetření.
5. Vyhodnocení dat z dotazníkového šetření a jejich grafické zpracování v softwaru RStudio.
6. Použití eye-tracking testování pro doplnění a ověření kvantitativních dat z dotazníkového šetření
7. Využití metody focus groups pro kvalitativní ověření výsledků.

8. Použití platformy Bee.io pro transkripci pořizených audio a videozáznamů z metody focus groups.
9. Interpretace výsledků, komparace postojů různých skupin respondentů a formulace závěrečných doporučení.

Použité programy zahrnovaly: ArcGIS Pro (tvorba map), Tobii Pro Lab (eye-tracking), RStudio (grafické zpracování výsledků), MS Excel (roztřídění dat), LimeSurvey (on-line šetření) a Beey.io (transkripce záznamů). U programů RStudio a LimeSurvey byl pro tvorbu a optimalizaci kódu využit jako podpůrný nástroj model Gemini.

4 TVORBA MAP

Hlavním cílem této části byla příprava dat použitelných pro tvorbu kartogramů. Využita byla sekundární data, která se následně modifikovala za účelem zvýšení variability mezi mapovými výstupy.

Prostorová data byla získána z portálu GADM ([Database of Global Administrative Areas](#)). Z celosvětové datové sady byly následně vyfiltrovány pouze státy ležící v Evropě. Samotná geodatabáze je velmi podrobná; například Česká republika je zde členěna až na úroveň administrativních jednotek LAU 1, přičemž výjimku tvoří Praha, která je rozdělena na 20 částí. Z tohoto důvodu bylo nutné data nejprve agregovat a sjednotit geometrii na úroveň celých států. U některých zemí, jako je například Kypr, bylo následně nutné provést dodatečně ruční sloučení polygonů. I po automatickém rozpuštění vnitřních hranic totiž území Kypru zůstávalo rozděleno na tři samostatné části. Vzhledem k vysoké míře detailu původních dat, která tvořila zbytečně složité linie (což bylo patrné například u členitého pobřeží Norska), byl pro finální generalizaci hranic využit online nástroj Mapshaper.

Jako zdroj dat pro tvorbu kartogramů posloužil portál FAOSTAT ([Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database](#)), konkrétně datová sada Food Balance. Zvolen byl referenční rok 2021, a to z důvodu nejkompaktnějšího pokrytí dat pro většinu evropských států. Zvolenou jednotkou byla dostupnost potravin vyjádřená v kilokaloriích na osobu a den.

Pro účely testování byly vytvořeny dvě sady map využívající navržené barevné stupnice. Ačkoliv byla pro generování kartogramů využita reálná statistická data (např. o spotřebě masa, piva, kávy či zeleniny), tato konkrétní témata sloužila výhradně jako interní identifikátory pro rozlišení datových sad a v samotném testování nebyla respondentům prezentována. Cílem bylo vytvořit univerzální kartografické výstupy, u kterých by pozornost účastníků nebyla ovlivněna kontextem konkrétního tématu, ale soustředila se čistě na vizuální vnímání barevných hierarchií.

Vzhledem k tomu, že hlavním záměrem práce byl výzkum percepce barev, a nikoliv věrná reprezentace reality, byla vstupní data pro potřeby testování záměrně modifikována. Evropským státům s chybějícími údaji byly přiřazeny extrémní (maximální či minimální) hodnoty a u vybraných zemí byla data cíleně upravena. Účelem těchto zásahů bylo zajistit dostatečnou prostorovou variabilitu barevných ploch a zabránit tomu, aby jednotlivé testovací varianty působily vizuálně identicky. Tento postup umožnil vytvořit sérii unikátních kartogramů, které respondentům sloužily jako neutrální podklad pro testování intuice a čitelnosti v různých režimech zobrazení.

4.1 Tvorba kartogramů

Cílem této části práce bylo vytvoření sady 48 mapových výstupů. Tyto výstupy byly generovány pro světlé i tmavé pozadí, a to ve variantách s legendou a bez ní. Hranice pro definici tmavého pozadí byla v rámci metodiky exaktně stanovena pomocí spojitě černobílé stupnice v prostředí softwaru ArcGIS Pro. Středová pozice na této stupnici, definovaná hodnotou 50 % s hexadecimálním kódem #737576, posloužila jako zlomový bod; veškeré odstíny směřující od této hranice k absolutní černé byly klasifikovány jako tmavý režim. Pro zachování vizuální konzistence napříč všemi testovanými mapami byl z tohoto definovaného tmavého spektra finálně zvolen jednotný podklad, který odpovídá výchozímu tmavému pozadí softwaru ArcGIS Pro, jehož hexadecimální kód je #191D1D. Pro zjištění

uživatelských preferencí byly pro vizualizaci zvoleny čtyři barevné odstíny: červená, hnědá, modrá a zelená.

Samotná tvorba mapových kompozic probíhala v softwaru ArcGIS Pro. Následný export a finalizace výstupů byly realizovány v grafickém editoru Adobe Illustrator. Pro návrh barevných stupnic kartogramů byly využity tři různé zdroje: nástroj ColorBrewer, výchozí (defaultní) stupnice softwaru ArcGIS Pro a vybrané barevné návrhy vycházející z provedené rešerše.

ColorBrewer

Při práci s nástrojem ColorBrewer byl výběr konkrétních odstínů primárně podřízen omezením tmavého režimu. Takto definované barevné stupnice byly následně aplikovány identicky na obě varianty map (pro tmavé i světlé pozadí), aby byla zajištěna jejich vzájemná porovnatelnost.

U ColorBreweru se vycházelo převážně z palet o devíti třídách. První dva nejsvětější odstíny byly z výběru vyřazeny, jelikož na tmavém pozadí působily opticky téměř jako bílá barva. U zelené a červené stupnice nebyl použit ani nejtmaší (devátý) odstín z důvodu splývání s tmavým pozadím; u červené barvy navíc v nejtmaších tónech docházelo k nežádoucímu posunu do hnědé.

Výjimku tvořily modrá a hnědá barva. U modré stupnice byl devátý stupeň příliš tmavý, zatímco osmý stupeň se jevil jako příliš světlý pro reprezentaci nejvyšší hodnoty. Proto byla jako základ zvolena paleta o osmi třídách. U hnědé barvy, která v nástroji ColorBrewer přechází do žluté, bylo nutné eliminovat nejsvětější odstíny tak, aby ve výsledné stupnici nepřevažovala žlutá barva nad hnědou. Tato selekce reaguje na specifické optické problémy tmavého režimu, kdy světlé barvy mohou působit bílým dojmem a tmavé barvy zanikají kvůli nízkému kontrastu s pozadím. Na tento jev upozorňuje (Schiewe 2024).

Konkrétní selekce barevných tříd probíhala s ohledem na vizuální vlastnosti jednotlivých odstínů (Tabulka 1). Pro červenou stupnici, vycházející z devítitřídní palety, byly vybrány barvy v pořadí 3, 4, 5, 6 a 7. Nejtmaší odstíny byly vyřazeny z důvodu jejich nežádoucího přechodu do hnědého spektra. V případě modré stupnice byly využity třídy 4, 5, 6, 7 a 8, přičemž světlejší tóny nebyly zařazeny, neboť na tmavém pozadí působily příliš světlým až bílým dojmem. U zbývajících barev bylo nutné přistoupit k nespojitému výběru pro zvýšení kontrastu. Pro zelenou stupnici byly zvoleny třídy 3, 4, 5, 7 a 8; šestá třída byla záměrně vynechána kvůli obtížné rozlišitelnosti od sousedních hodnot. Obdobný postup byl aplikován u hnědé stupnice, kde výslednou stupnici tvoří třídy 3, 5, 7, 8 a 9. Mezilehlé třídy 4 a 6 byly z výběru vyjmuty jak za účelem dosažení výraznější vizuální diference, tak z důvodu potlačení přílišné dominance oranžové složky, která by v těchto odstínech působila na tmavém pozadí rušivě.

Tabulka 1 Přehled vybraných tříd pro jednotlivé barevné stupnice z nástroje ColorBrewer

Barevná stupnice	Třídy odstínů				
Červená	7	6	5	4	3
Modrá	8	7	6	5	4
Zelená	8	7	5	4	3
Hnědá	9	8	7	5	3

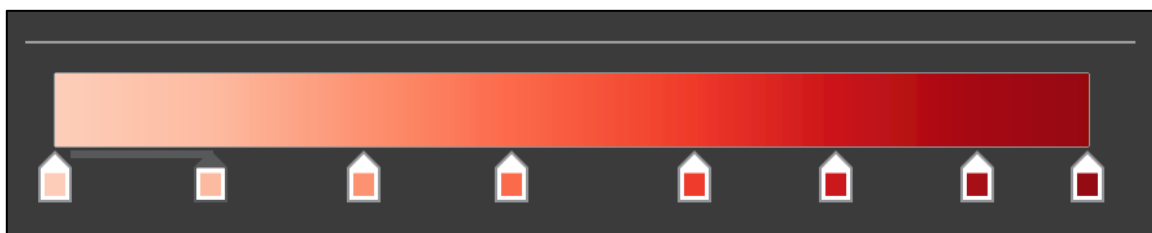
Výchozí stupnice ArcGIS Pro

Pro tvorbu těchto stupnic byly využity také výchozí palety nabízené přímo softwarem ArcGIS Pro. Tyto předdefinované stupnice však bylo nutné upravit tak, aby eliminovaly nežádoucí optické jevy spojené s tmavým pozadím, o kterých bylo pojednáno výše.

V případě **červené stupnice** (Obr. 8) byly odstraněny dva nejsvětlejší odstíny a zároveň i nejtmavší krajní odstín, a to z obdobných důvodů jako u sady ColorBrewer. Následně byly mezi nejsvětlejší a nejtmavší zachovanou barvu vloženy doplňkové barevné zářázky (tzv. color stops). Tímto krokem bylo zajištěno zjemnění barevných přechodů a eliminace příliš ostrých, skokových změn ve výsledné stupnici, které vznikly po odstranění původních krajních barev (Obr. 9).

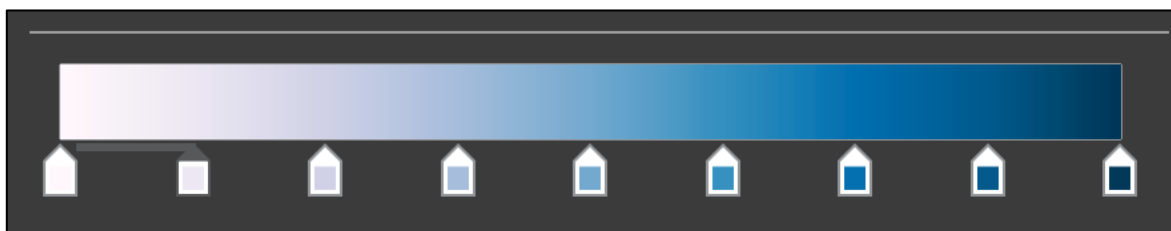


Obr. 8 Výchozí červená barevná stupnice v softwaru ArcGIS Pro (před úpravou).



Obr. 9 Modifikovaná červená barevná stupnice v softwaru ArcGIS Pro (po autorské úpravě).

U **modré stupnice** (Obr. 10) byly odstraněny první tři nejsvětlejší odstíny, neboť na tmavém pozadí působily vizuálně téměř jako bílá barva. Nejtmavší odstín byl v tomto případě ponechán s ohledem na výraznou redukci světlé části škály. Pokud by byl vyřazen i tento krajní tmavý tón, výsledná nejvyšší hodnota (původně druhá nejtmavší) by se jevila jako příliš světlá, což by vedlo k nežádoucímu snížení celkového kontrastu stupnice (Obr. 11).



Obr. 10 Výchozí modrá barevná stupnice v softwaru ArcGIS Pro (před úpravou).

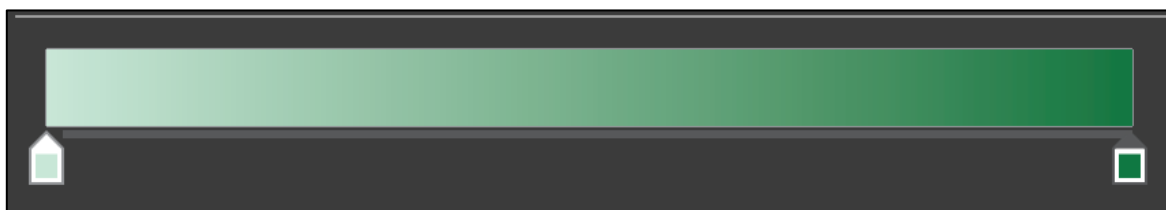


Obr. 11 Modifikovaná modrá barevná stupnice v softwaru ArcGIS Pro (po autorské úpravě).

V případě **zelené stupnice** (Obr. 12) byl upraven nejtmavší odstín, a to z totožných důvodů jako u předchozích variant. Ačkoliv zejména při vlastní tvorbě zelených škál často docházelo ke komplikacím se vzájemným rozlišením jednotlivých odstínů, u této modifikované stupnice se zmíněný problém neprojevil a barevná diferenciací zůstala plně zachována (Obr. 13).

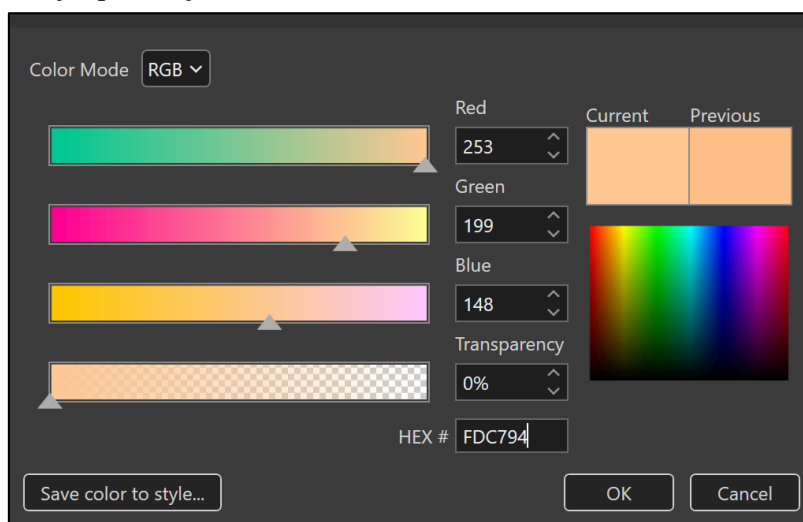


Obr. 12 Výchozí zelená barevná stupnice v softwaru ArcGIS Pro (před úpravou).



Obr. 13 Modifikovaná zelená barevná stupnice v softwaru ArcGIS Pro (po autorské úpravě)

Tvorba **hnědé stupnice** se ukázala jako nejnáročnější, a to z důvodu výrazného kontrastního přechodu od syté hnědé až po světlou béžovou či bílou. Proces úprav započal odstraněním dvou nejsvětlejších odstínů. Následně byla mezi třetí a čtvrtou barevnou zarážku (color stop) vložena nová hodnota. Původní třetí zarážka však musela být odstraněna, neboť stále narušovala vizuální plynulost přechodu. Nově integrovaný odstín si nakonec vyžádal dodatečnou korekci v podobě zesvětlení, jelikož v původním nastavení (R: 253, G: 191, B: 134) působil příliš tmavě (Obr. 15). Pro dosažení optimálního výsledku byly tyto hodnoty upraveny na finální R: 253, G: 199, B: 148.



Obr. 14 Nejsvětlejší odstín hnědé barvy před a po úpravě

Vlastní tvorba

Barevné stupnice byly tvořeny v softwaru QGIS, který umožnil detailnější manipulaci s jednotlivými parametry barev. Cílem bylo vytvořit plynulý přechod zajišťující dobrou čitelnost intervalů a zároveň eliminovat problémy s nevhodnou světlostí či tmavostí odstínů na tmavém pozadí. Barevná škála byla definována v modelu RGB s následnou jemnou kalibrací v modelu HSV (Hue, Saturation, Value), přičemž snahou bylo zachovat konstantní rozdíly v hodnotách jednotlivých složek mezi sousedními stupni. Barevný tón (H) je definován svou polohou na barevném kruhu ve stupních (0–360°), zatímco sytost (S) a hodnota jasu (V) jsou vyjadřovány v procentech (0–100 %). Tímto způsobem bylo dosaženo rovnoměrného odstupňování barevné stupnice.

Barevné stupnice byly navrženy tak, aby se odlišovaly od standardních barev nabízených nástroji ColorBrewer nebo ArcGIS Pro.

U **červené stupnice** byly parametry nastaveny následovně (Tabulka 2):

1. **Složka jasu (Value – V):** Směrem od nejtmaššímu k nejsvětlejšímu odstínu dochází k nárůstu jasu z 65 % na 100 %. Rozestup mezi třídami byl stanoven na 9 jednotek, s výjimkou přechodu mezi druhým a třetím odstínem, kde byl rozestup upraven na 8 jednotek. Tato nepatrná odchylka je výsledkem automatického přepočtu a zaokrouhlování v rámci definovaného gradientu v softwaru QGIS.
2. **Složka sytosti (Saturation – S):** Aby bylo zamezeno úplnému splnutí s bílou barvou u nejsvětlejší třídy, byla využita klesající sytost směrem od nejtmašší k nejsvětlejší barvě v rozsahu 91 % až 31 %. Rozestupy v sytosti (20, 16, 13 a 11 jednotek) nejsou konstantní a jejich hodnoty se směrem ke světlým odstínům snižují. Postupné zmenšování těchto intervalů zajišťuje přirozenější přechod barev a brání nechtěnému sklouznutí světlých tónů do bílé.
3. **RGB hodnoty:** U složky R byly zvoleny rozestupy 22 a 23, u složky G konstantní interval 40 a u složky B střídavé rozestupy 39 a 40 jednotek. Tyto drobné nuance v rozestupech (v řádu jednotek) vznikly automaticky při práci v softwaru QGIS, který modely RGB a HSV upravuje současně.

Tabulka 2 Parametry barevné stupnice pro červený odstín v modelech HSV a RGB.

Modely	Parametry				
H	357°	357°	357°	356°	357°
S	91 %	71 %	55 %	42 %	31 %
V	65 %	74 %	82 %	91 %	100 %
R	165	188	210	232	255
G	15	55	95	135	175
B	21	60	100	140	179

U **modré stupnice** byly parametry nastaveny následovně (Tabulka 3):

1. **Složka jasu (Value – V):** Směrem od nejtmaššího odstínu k nejsvětlejšímu odstínu barvy dochází k nárůstu jasu z 64 % na 100 %. Rozestup mezi třídami byl znovu stanoven na 9 jednotek

2. **Složka sytosti (Saturation – S):** Aby byla v nejsvětlejší třídě zachována vizuální stopa modré barvy a nedošlo k jejímu úplnému přechodu do bílé, byla využita klesající sytost v rozsahu 75 % až 39 %. Rozestupy v sytosti (12, 10, 7 a 7 jednotek) nejsou konstantní a jejich hodnoty se směrem ke světlým odstínům snižují. U posledních dvou intervalů byl zvolen identický rozestup, protože odstíny ztrácely na tmavém svůj barevný charakter a působily jako bílé. Tímto nastavením se podařilo zajistit, že i nejsvětlejší odstín škály zůstává pro uživatele identifikovatelný jako modrý odstín.
3. **RGB hodnoty:** U složky R byly zvoleny rozestupy 29 a 28, u složky G střídavě intervaly 25 a 26 a u složky B střídavě rozestupy 22 a 23 jednotek. Tyto drobné nuance v rozestupech (v řádu jednotek) vznikly automaticky při práci v softwaru QGIS, který modely RGB a HSV upravuje současně.

Tabulka 3 Parametry barevné stupnice pro modrý odstín v modelech HSV a RGB.

Modely	Parametry				
H	205°	205°	205°	204°	205°
S	75 %	63 %	53 %	46 %	39 %
V	64 %	73 %	82 %	91 %	100 %
R	40	69	98	126	155
G	111	136	162	188	213
B	162	185	208	232	255

U **zelené stupnice** byly parametry nastaveny následovně (Tabulka 4):

1. **Složka jasu (Value – V):** U zelené stupnice byl zvolen odlišný přístup, kdy hlavní roli v odlišení jednotlivých tříd hraje složka jasu. Jas se pohybuje v širokém rozsahu od 100 % u nejsvětlejší třídy až po 35 % u třídy nejtmaší, přičemž jsou dodrženy téměř konstantní rozestupy (16, 16, 17 a 16 jednotek).
2. **Složka sytosti (Saturation – S):** Sytost (Saturation) byla oproti tomu udržována ve velmi úzkém rozmezí 57 % až 53 % s minimálními rozestupy (57, 55, 54, 54 a 53). Tato strategie byla zvolena záměrně, aby byla zachována barevná stálost a čistota zeleného odstínu napříč celou škálou. Při výraznější změně sytosti u zelené barvy dochází na tmavém pozadí k nežádoucím vizuálním jevům, kdy světlé odstíny působí příliš agresivně a tmavé naopak ztrácejí svůj barevný charakter a šednou. Ponecháním téměř konstantní sytosti a využitím jasu jako hlavního rozlišovacího prvku bylo dosaženo plynulého a oku lahodícího přechodu.
3. **RGB hodnoty:** U složky R byl zvolen konstantní interval 20, u složky G intervaly 41 a 42 a u složky B rozestupy 28 a 29 jednotek. Tyto drobné nuance v rozestupech (v řádu jednotek) vznikly automaticky při práci v softwaru QGIS, který modely RGB a HSV upravuje současně.

Tabulka 4 Parametry barevné stupnice pro zelený odstín v modelech HSV a RGB.

Modely	Parametry				
H	142°	142°	142°	141°	142°
S	57 %	55 %	54 %	54 %	53 %
V	35 %	51 %	67 %	84 %	100 %
R	39	59	79	99	119
G	90	131	172	214	255
B	58	86	114	141	169

U **hnědé stupnice** byly parametry nastaveny následovně (Tabulka 5):

1. **Složka jasu (Value – V):** Směrem od nejtmavšího k nejsvětlejšímu odstínu dochází k nárůstu jasu z 39 % na 75 %. Rozestup mezi třídami byl znovu stanoven na 12 jednotek s výjimkou přechodu mezi čtvrtým a pátým odstínem, kde byl rozestup upraven na 11 jednotek.
2. **Složka sytosti (Saturation – S):** Aby bylo zamezeno úplnému splnutí s bílou barvou u nejsvětlejšího odstínu, byla využita klesající sytost směrem od nejtmavšímu k nejsvětlejšímu odstínu v rozsahu 80 % až 42 %. Rozestupy v sytosti (18, 12, 8 a 6 jednotek) nejsou konstantní a jejich hodnoty se směrem ke světlým odstínům snižují. Postupné zmenšování těchto intervalů zajišťuje přirozenější přechod barev a brání nechtěnému sklouznutí světlých tónů do bílé.
3. **RGB hodnoty:** Při tvorbě hnědé stupnice byl uplatněn princip konstantních rozestupů napříč všemi kanály modelu RGB. U složek R, G a B byl zvolen identický interval 30 jednotek mezi jednotlivými třídami. Tento postup byl zvolen za účelem zachování naprosté barevné neutrality a rovnocennosti všech odstínů v rámci škály. Vzhledem k tomu, že hnědá barva je velmi citlivá na poměr jednotlivých složek, zajišťují tyto fixní rozestupy, že si barva uchovává svůj charakteristický hnědý tón v celém gradientu, aniž by docházelo k nežádoucím barevným posunům směrem k jiným částem spektra.

Tabulka 5 Parametry barevné stupnice pro hnědý odstín v modelech HSV a RGB.

Modely	Parametry				
H	30°	30°	30°	30°	30°
S	80 %	62 %	50 %	42 %	36 %
V	39 %	51 %	63 %	75 %	86 %
R	100	130	160	190	220
G	60	90	120	150	180
B	20	50	80	110	140

5 DOTAZNÍKOVÉ ŠETŘENÍ

Tvorba dotazníku

Pro realizaci dotazníkového šetření byla zvolena platforma [LimeSurvey](#). Hlavními kritérii výběru byly celková cenová dostupnost, možnost využití vlastního kódování, neomezený počet otázek a kapacita až 1 000 odpovědí měsíčně. Pro účely výzkumu byl zakoupen zvýhodněný studentský tarif Basic, jehož pořizovací cena po uplatnění slevy činila 430 Kč (oproti standardní částce 834 Kč). Vybrané rozhraní následně umožnilo vygenerování [unikátního odkazu](#), který sloužil k přímé distribuci dotazníku mezi potenciální respondenty. Tento tarif tak plně pokrýval veškeré stanovené technologické i finanční požadavky práce. Exportované mapové výstupy byly nejprve nahrány na hostingovou službu [Postimages](#). Pro každý soubor byl vygenerován přímý URL odkaz, který byl následně implementován do zdrojového kódu v jednotlivých otázkách v dotazníku.

Pro mapové otázky byl vytvořen kód (Obr. 16), respondentům umožňoval přímou interakci s mapou. Systém zaznamenával přesné souřadnice kliknutí, které se uživateli vizuálně potvrdilo zobrazením červeného bodu. Součástí kódu bylo také začlenění možnosti „Nevím“ pro případy, kdy respondent nedokázal na otázku odpovědět. Pro tvorbu kódu byl jako podpůrný nástroj využit model Gemini.

```
// 2. Logika klikání na mapu
$('.js-map').on('click', function(event) {
    var $container = $(this).closest('.question-container');

    // Získáme souřadnice
    var coordinates = getRelativeCoordinates(event, this);

    // Zobrazíme červený puntík
    var $point = $(this).parent().find('.js-map-point');
    $point.addClass('is-active').css({
        display: 'block',
        left: coordinates[0] + '%',
        top: coordinates[1] + '%'
    });

    // Ukládání X a Y do políček LimeSurvey
    var $inputs = $container.find('input[type="text"]');
    $inputs.eq(0).val(coordinates[0]).trigger('change'); // X
    $inputs.eq(1).val(coordinates[1]).trigger('change'); // Y

    console.log("Zapsáno X: " + coordinates[0] + ", Y: " + coordinates[1]);
});

// Pomocná funkce pro výpočet procentuální polohy
function getRelativeCoordinates(event, element) {
    var height = $(element).height();
    var width = $(element).width();
    var x = event.pageX - $(element).offset().left;
    var y = event.pageY - $(element).offset().top;

    var percX = ((x / width) * 100).toFixed(2);
    var percY = ((y / height) * 100).toFixed(2);

    return new Array(percX, percY);
}
});
```

Obr. 15 Část scriptu pro sběr souřadnic kliknutím v prostředí LimeSurvey

Zvláštní pozornost byla věnována barvě pozadí dotazníku. Pro mapy v tmavém režimu bylo zachováno tmavé pozadí, zatímco pro mapy ve světlém režimu bylo naprogramováno pozadí neutrálně šedé. Čistě bílé pozadí nebylo použito záměrně. Vzhledem k náhodnému pořadí zobrazovaných map by totiž ostré přechody mezi tmavými a světlými plochami byly pro zrak respondentů příliš namáhavé a mohly by negativně ovlivnit jejich vizuální komfort.

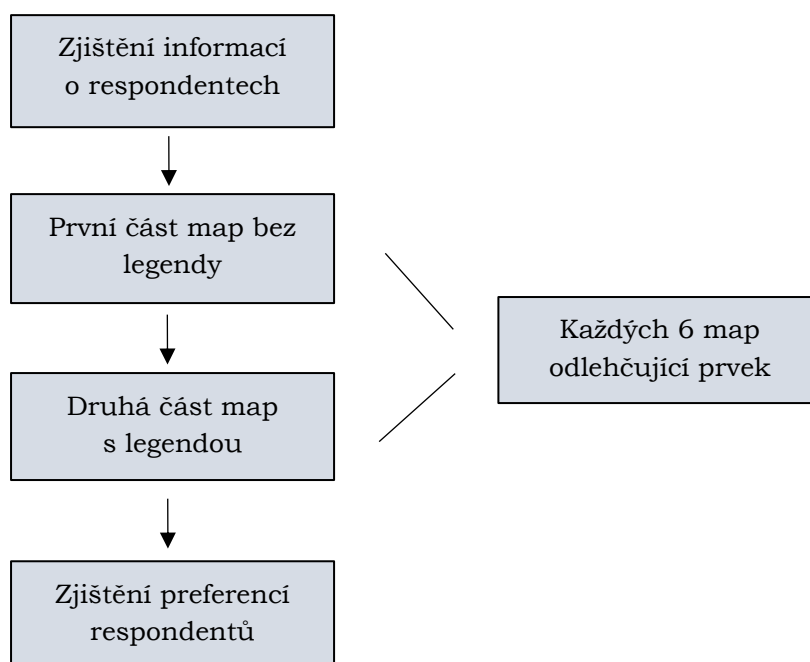
Šedé pozadí bylo aplikováno na celý dotazník. Výjimku tvořily pouze vložené mezibloky, jejichž cílem bylo udržet pozornost respondentů a předejít jejich únavě. Jednalo se o sekce obsahující geografické výzvy a zajímavá fakta. U těchto bloků bylo ponecháno výchozí bílé pozadí. Důvodem byla technická omezení platformy LimeSurvey; ačkoliv systém umožňuje vkládání vlastního kódu, má určité předem definované limity a snaha o změnu barvy pozadí

v těchto specifických částech vedla k chybám a narušení jiných interaktivních funkcí dotazníku.

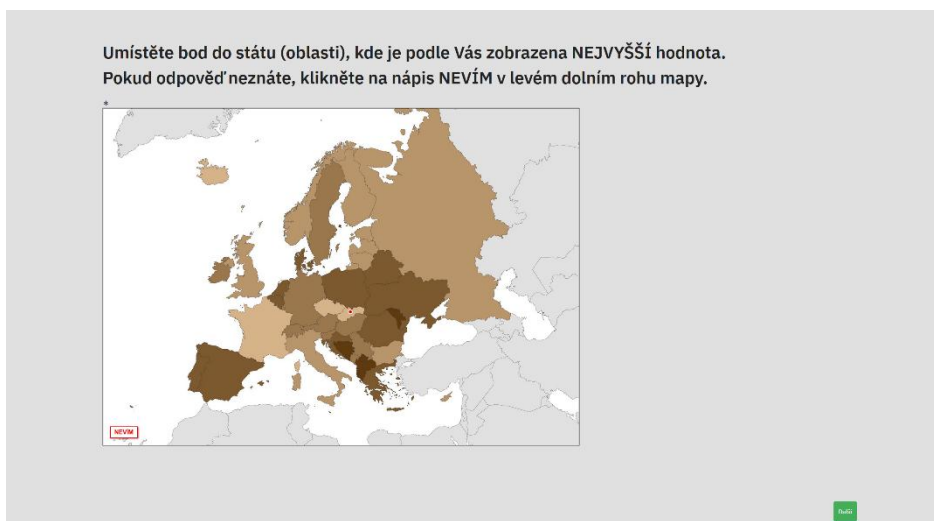
Pomocí vlastního kódu byla upravena rovněž úvodní stránka a sekce s instrukcemi, a to za účelem dosažení přehlednějšího vizuálního zpracování. Pro ucelenou představu o průběhu testování je nutné detailně popsat samotnou strukturu dotazníku, kterým respondent procházel. Šetření bylo logicky rozděleno do několika navazujících částí. V prvním bloku byly zjišťovány základní demografické informace o respondentovi a jeho uživatelské návyky, konkrétně zda a případně jak často využívá na svých zařízeních tmavý režim. Následovala sekce s podrobnými instrukcemi, kde byla obsažena prosba o vyplnění dotazníku na počítači a byl zde detailně vysvětlen zadaný úkol. Jeho znění se následně respondentům zobrazovalo i přímo nad jednotlivými testovanými mapami (Obr. 18 a Obr. 19).

Hlavní testovací část tvořilo celkem 48 unikátních mapových výstupů, které byly rozděleny do dvou hlavních částí. První blok obsahoval 24 map bez přiložené legendy. Cílem této části bylo otestovat čistou uživatelskou intuici a zjistit, jak respondent vnímá hodnoty barevných odstínů bez jakékoliv vizuální nápovědy. Aby se minimalizoval efekt únavy z monotónního klikání a udržela se pozornost respondentů, byl dotazník strukturován tak, že po každých šesti zobrazených mapách následovala odlehčující vsuvka. Tyto přestávky měly podobu interaktivního geografického kvízu nebo obsahovaly zajímavé informace.

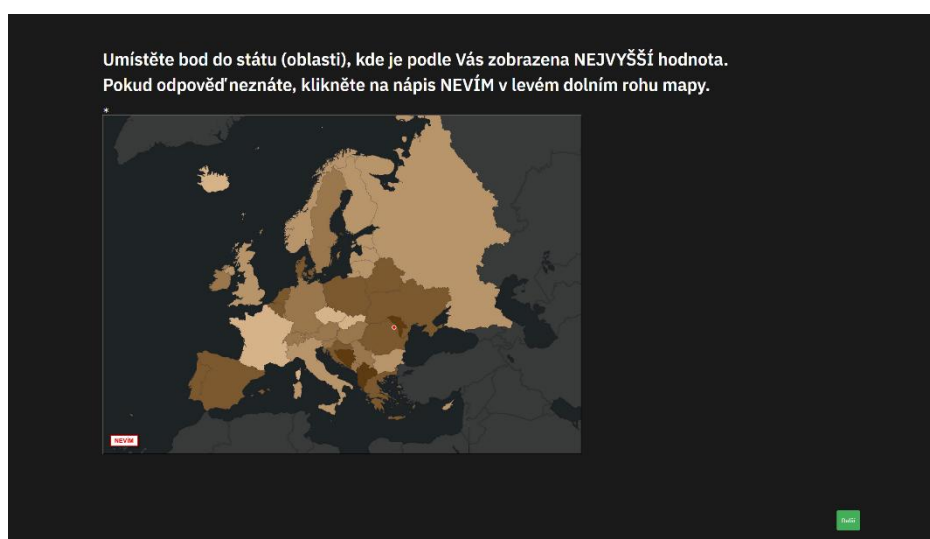
Po dokončení první poloviny následovala druhá část, která obsahovala zbývajících 24 map, tentokrát však již opatřených legendou. Také v této části byl zachován systém odlehčujících vsuvek po každých šesti mapách. V samotném závěru celého dotazníkového šetření pak byly zařazeny klíčové otázky zaměřené na celkovou vizuální preferenci respondentů a na vnímanou hodnotu světlého odstínu na tmavém a světlém pozadí (Obr. 17).



Obr. 16 Schéma průběhu dotazníkového šetření



Obr. 17 Ukázka dotazníkové otázky s mapou na světlém pozadí



Obr. 18 Ukázka dotazníkové otázky s mapou na tmavém pozadí

Šíření dotazníku

Cílem dotazníkového šetření bylo získat vzorek o velikosti 500 a více respondentů. Dotazník byl aktivní v období od 9. ledna do 9. února 2026. Za tuto dobu se podařilo shromáždit 505 kompletních a 499 nekompletních odpovědí. Mezi nekompletními záznamy byly zahrnuty i ty dotazníky, které sice nebyly finálně odeslány, ale obsahovaly využitelná data (podrobněji viz sekce Zpracování dat).

Šíření dotazníku probíhalo výhradně elektronickou cestou, konkrétně prostřednictvím e-mailové komunikace, sociální sítě Facebook a platform Twitch a Kick. Papírová forma distribuce nebyla zvolena záměrně, a to z důvodu nutnosti zachování maximální věrnosti testovaných barev na displejích zařízení.

Největší podíl respondentů se podařilo oslovit prostřednictvím streamovacích platform Twitch a Kick. Během pouhých pěti dnů bylo touto cestou získáno přibližně 380 odpovědí. Distribuce dotazníku probíhala na vybraných kanálech tvůrců obsahu, konkrétně se jednalo o profily HaiseT, FlyGun, Agraelus, FattyPillow a Astatoro. Vzhledem k plošným restrikcím ohledně sdílení URL odkazů v diváckém chatu byla pro distribuci využita platforma StreamElements. Odkaz na dotazník byl odeslán formou placeného příspěvku

(tzv. donatu), což zajistilo jeho prioritní zobrazení přímo ve vysílání. Tímto způsobem byla zaručena pozornost streamera, který následně výzvu k vyplnění zprostředkoval svému publiku. Využití těchto platforem se ukázalo jako vysoce efektivní nástroj pro rychlý sběr velkého množství dat. Ačkoliv je divácká základna streamovacích služeb věkově velmi rozmanitá a zahrnuje jak mladší, tak starší jedince, tento přístup umožnil zasáhnout primárně demografickou skupinu v rozmezí přibližně 18 až 30 let.

Zpracování dat

Získaná data byla z platformy LimeSurvey vyexportována ve formátu .xlsx pro další zpracování. Vzhledem k výskytu neúplných záznamů bylo nezbytné provést prvotní roztrídění a čištění datové sady. Následně proběhlo rozdělení záznamů na základě míry jejich kompletnosti. Zcela kompletní dotazník, tedy všech 60 otázek, úspěšně odeslalo 505 respondentů. Dalších 8 účastníků dotazník sice kompletně vyplnilo, ale nedokončilo proces odeslání; po kontrole byly tyto záznamy rovněž zařazeny mezi platné odpovědi, čímž vznikl základní soubor 513 kompletních dotazníků.

V dalším kroku proběhla filtrace na základě věku, jehož rozpětí se primárně pohybovalo od 13 do 70 let. Jeden z účastníků kompletně vyplnil dotazník, avšak uvedl zjevně nepravdivý věk 100 let; tento záznam byl proto z analýzy vyřazen. Dále byli vyřazeni respondenti ve věku 13 a 14 let. Důvodem byl jednak jejich zanedbatelný počet (pouze 5 osob), jednak primární zaměření výzkumu na populaci od 15 let výše. Po odečtení těchto neplatných či nerelevantních záznamů činil finální počet kompletních odpovědí 507.

V další fázi zpracování bylo přistoupeno k rozřazení tohoto finálního vzorku do pěti definovaných věkových skupin: 15–20 let, 21–24 let, 25–30 let, 31–44 let a 45 a více let. Sloučení starších ročníků do jedné souhrnné kategorie (45+) bylo motivováno jejich celkově nižším zastoupením, přičemž tento krok neměl negativní dopad na interpretaci výsledků. Přesné rozložení počtu respondentů v jednotlivých věkových kategoriích ilustruje následující tabulka (Tabulka 6).

Tabulka 6 Počet respondentů v jednotlivých věkových kategoriích

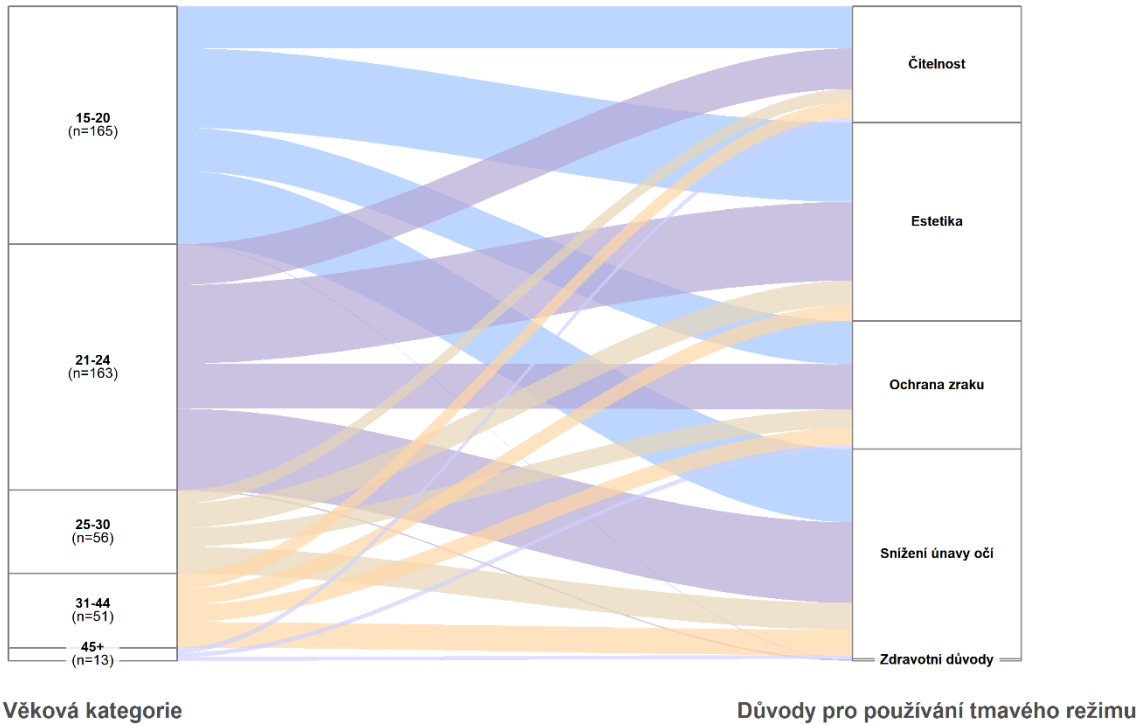
Věková kategorie	Počet respondentů
15-20	172
21-24	178
25-30	59
31-44	58
45+	40

5.1 Grafické zpracování dat

Upravená datová sada byla nahrána do softwarového prostředí RStudio. Nejprve byla provedena vizualizace odpovědí na uzavřené otázky s předdefinovanými možnostmi. Jednalo se o dotazy zjišťující využívání či nevyužívání tmavého režimu na elektronických zařízeních, a to obecně i konkrétně v mapových a navigačních aplikacích. K vizualizaci těchto dat byl zvolen aluviální diagram, který přehledně znázorňuje vztahy mezi věkovými kategoriemi respondentů a jejich preferencemi. Tento typ grafu byl aplikován jak pro zobrazení uživatelů tmavého režimu a jejich motivací k jeho používání (Obr. 20), tak i pro skupinu respondentů, kteří jej nevyužívají (Obr. 21), a jejich příslušné důvody.

Tok odpovědí: Věk vs. Důvody používání tmavého režimu

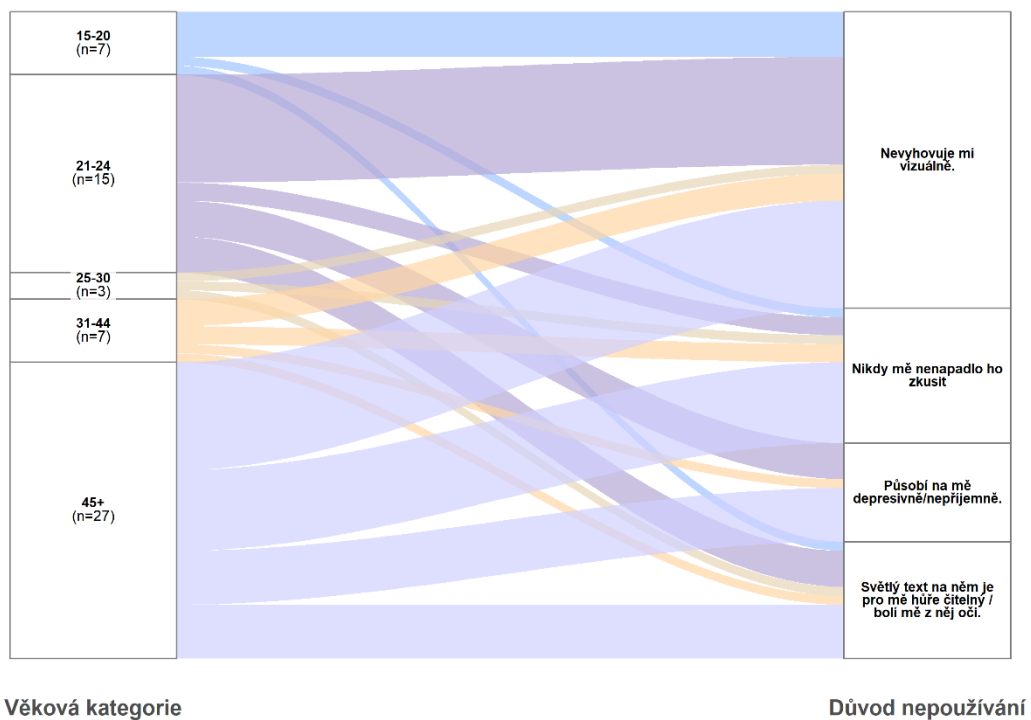
Zahrnuje respondenty, kteří preferují tmavý režim (Odpověď: 'Ano' nebo 'Občas')



Obr. 19 Aluviální diagram – důvody používání tmavého režimu

Tok odpovědí: Věk vs. Důvody nepoužívání tmavého režimu

Zahrnuje respondenty, kteří tmavý režim nepoužívají (Odpověď: 'Ne')



Obr. 20 Aluviální diagram – důvody nepoužívání tmavého režimu

Následná fáze zpracování se zaměřila na prostorovou analýzu interakcí respondentů s testovacími mapami, a to nezávisle na jejich věku. Pomocí vytvořeného skriptu byly zaznamenané souřadnice kliknutí kategorizovány do čtyř základních oblastí: světlé plochy, tmavé plochy, varianta „Nevím“ a oblast ležící mimo mapové pole (pro případy, kdy respondenti omylem klikli do prostoru pozadí). Vzhledem k tomu, že tlačítko pro odpověď „Nevím“ bylo do platformy LimeSurvey implementováno prostřednictvím vlastního kódu, byly ve skriptu definovány souřadnice jeho vizuálního umístění na obrazovce, aby bylo možné tyto interakce přesně identifikovat a přiřadit (Obr. 22).

```
# 4. ANALÝZA PIXELŮ (Světlá / Tmavá / Mimo / Nevím)
# -----
data_mapa$typ_oblasti <- NA

# Hranice pro tlačítko "NEVÍM" (vlevo dole)
limit_nevi_x <- 0.15 * w
limit_nevi_y <- 0.85 * h

for (i in 1:nrow(data_mapa)) {
  px_x <- round(data_mapa$X_px[i])
  px_y <- round(data_mapa$Y_px[i])

  # Korekce, aby souřadnice nepřesáhly rozměr obrázku
  px_x <- max(1, min(px_x, w))
  px_y <- max(1, min(px_y, h))

  # Podmínka pro tlačítko NEVÍM
  if (px_x < limit_nevi_x && px_y > limit_nevi_y) {
    data_mapa$typ_oblasti[i] <- "NEVÍM"
  } else {
    # Získání RGB hodnot
    r <- img[px_y, px_x, 1]
    g <- img[px_y, px_x, 2]
    b <- img[px_y, px_x, 3]

    jas <- r + g + b # Sečtený jas (0 až 3)

    # Rozdělení na Světlá / Tmavá / Mimo
    if (jas < 0.4) {
      data_mapa$typ_oblasti[i] <- "Mimo"
    } else if (jas < 1.6) {
      data_mapa$typ_oblasti[i] <- "Tmavá oblast"
    } else {
      data_mapa$typ_oblasti[i] <- "Světlá oblast"
    }
  }
}
```

Obr. 21 Rozřazení pixelů do definovaných oblastí

V dalším kroku proběhlo statistické testování s cílem zjistit, zda má věk respondentů prokazatelný vliv na výběr tmavé či světlé oblasti. Pozornost byla věnována také vlivu legendy, tedy zjišťování, zda její přítomnost v mapovém poli hraje statisticky významnou roli. Dalším klíčovým krokem bylo ověření validity odpovědí, konkrétně identifikace potenciálního automatického či náhodného klikání.

Platforma LimeSurvey standardně podporuje zaznamenávání času stráveného nad jednotlivými otázkami. Vzhledem k tomu, že někteří respondenti nechali dotazník otevřený delší dobu (například i 30 minut), byl pro hodnocení časové náročnosti zvolen medián, který na rozdíl od aritmetického průměru není vychýlen extrémními hodnotami. Celkový medián času stráveného nad jednou testovací mapou činil 6,6 sekundy.

Pro doplňující analýzu rychlosti rozhodování a identifikaci potenciálních automatických reakcí byla sledována časová hranice 4 sekund. Odpovědi zaznamenané pod tímto limitem nebyly z výzkumu vyřazeny a s celým datovým souborem se nadále plně pracovalo. Rychlá interakce totiž nemusela nutně pramenit pouze z automatického chování či ztráty pozornosti respondentů, ale mohla naopak odrážet velmi silnou a pohotovou uživatelskou intuici. Sledování tohoto parametru tak mělo primárně pozorovací charakter. Nejvyšší počet respondentů, kteří provedli volbu v čase pod 4 sekundy, byl zaznamenán u zelené mapy na světlém pozadí. Jednalo se o 140 osob, což odpovídalo 27,6 % z celkového počtu.

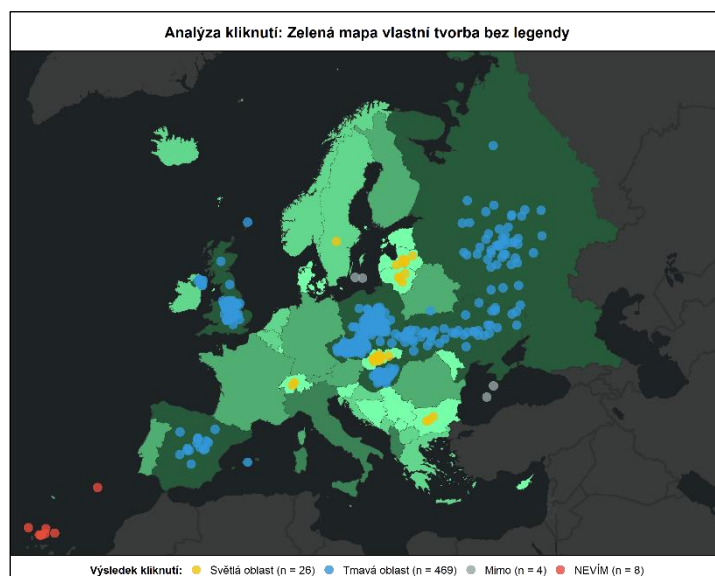
Z důvodu počtu rychlých reakcí byla tato konkrétní mapa ponechána v užším výběru a následně zvolena pro detailnější analýzu vizuálního chování pomocí metody eye-tracking. V závěrečné fázi byly vyhodnoceny otázky umístěné na konci dotazníku, které obsahovaly předdefinované možnosti odpovědi. První z nich zjišťovala celkovou preferenci respondentů ohledně map na tmavém či světlém pozadí. Poslední dvě otázky se zaměřovaly na to, jakou číselnou hodnotu by měl podle uživatelů reprezentovat světlejší odstín barvy, a to nejprve v kontextu tmavého a posléze světlého pozadí. Účastníci výzkumu mohli u těchto otázek volit ze tří nabízených variant: „Vyšší hodnotu“, „Nižší hodnotu“ a „Záleží na barvě použité v mapě“.

Z celkového počtu respondentů vyplynulo, že využívání tmavého režimu nejméně často volila věková kategorie 45 a více let. Pozoruhodný byl markantní rozdíl mezi touto nejstarší skupinou a kategorií 31–44 let, kde naopak více než 70 % dotázaných (konkrétně 51 z 58 osob) potvrdilo, že tmavý režim aktivně využívá.

Jako nejčastější důvod odmítání tmavého režimu napříč všemi věkovými skupinami respondenti volili vizuální nevyhovování, které u nejstarších účastníků doplňovala horší čitelnost světlého textu či nezvyk. Naopak vysokou míru využívání u zmíněné skupiny 31–44 let, stejně jako u kategorie 25–30 let, podle získaných odpovědí motivovala primárně snaha o snížení únavy očí. U dvou nejmladších skupin (15–24 let) byla vedle úspory zraku dalším významným udávaným motivem také celková estetika (Obr. 20).

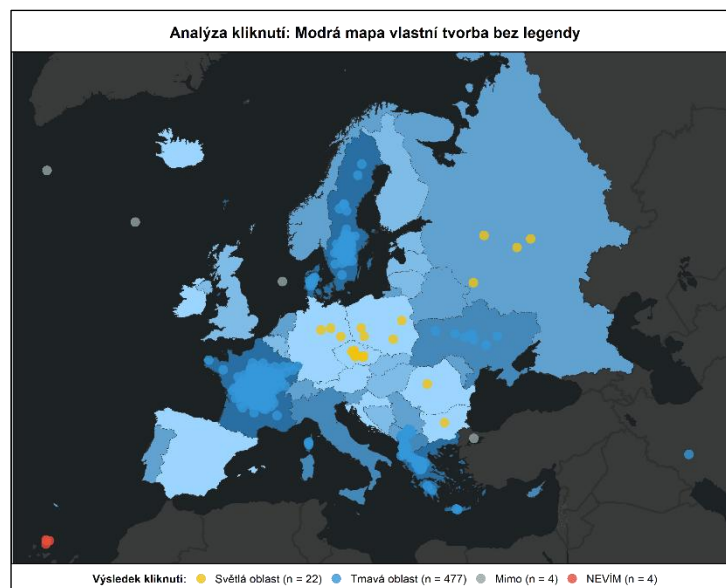
Specifická situace nastala u otázek zaměřených na mapové a navigační aplikace. Ačkoliv tmavý režim obecně nejvíce využívala nejmladší kategorie (15–20 let), specificky u map se tento trend mírně posunul. Trvalé nastavení tmavého vzhledu v mapových aplikacích totiž nejčastěji uváděli zástupci věkové skupiny 21–24 let. U starších ročníků byla tato odpověď naopak podstatně vzácnější. Většina uživatelů napříč věkovými kategoriemi však označila jeho využívání při noční navigaci, což bylo možné do velké míry přisoudit automatickému přepínání režimů podle denní doby, kterým je vybavena většina zařízení.

Z navazující fáze analýzy, která zkoumala prostorové interakce (klikání) respondentů s testovacími mapami, vyplynulo, že u všech variant plošně dominovala preference pravidla „tmavší barva znamená vyšší hodnotu“. K opačnému principu („světlejší znamená více“) se respondenti uchýlovali méně často. Nejvyšší počet těchto opačných interakcí (26 respondentů) byl zaznamenán u mapy se zelenou barevnou stupnicí z vlastní tvorby (Obr. 23), která byla umístěna na tmavém pozadí.



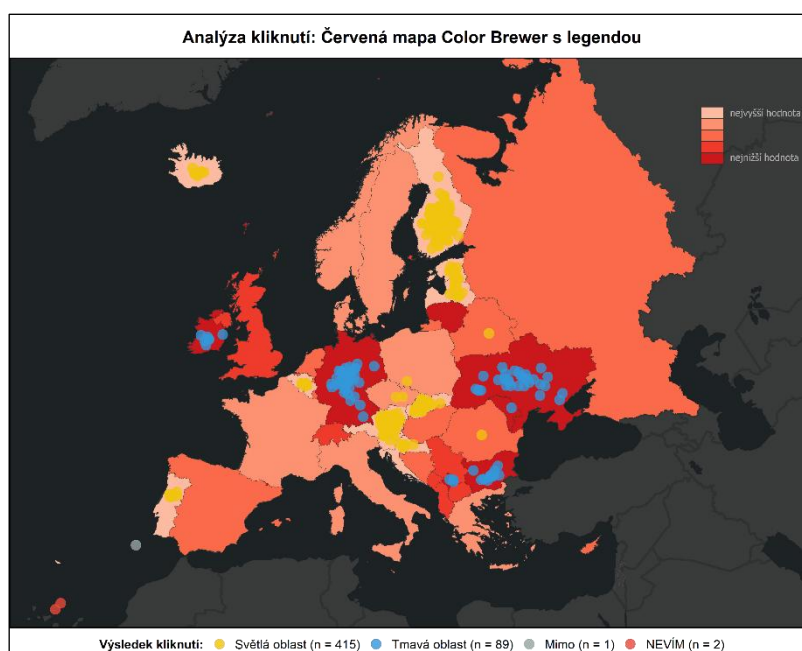
Obr. 22 Zelená mapa s legendou autorské tvorby

Druhou nejvyšší četnost (22 respondentů) zaznamenala modrá stupnice z vlastní tvorby, taktéž na tmavém pozadí (Obr. 24). Analýza rovněž odhalila, že u map na tmavém pozadí bez přítomnosti legendy celkově vzrostl počet uživatelů, kteří klikali na barvu s nejvyšší sytostí v domnění, že právě ta reprezentuje nejvyšší hodnotu.



Obr. 23 Modrá mapa s legendou autorské tvorby

Zajímavá zjištění přinesly mapy doplněné o legendu, kde respondenti navzdory vizuální nápovědě prováděli chybné interakce. Ačkoliv při rozhodování stále hrála zásadní roli intuice, přítomnost legendy prokazatelně zvýšila podíl správných odpovědí. U map v tmavém režimu nicméně silně přetrvávala tendence volit tmavší odstíny pro vyšší hodnoty. Tento jev se nejvýrazněji projevil u červené mapy se stupnicí ArcGIS Pro, kde 101 respondentů kliklo na tmavou oblast, přestože legenda jasně indikovala opačný význam (Obr. 25). U map na světlém pozadí naopak docházelo k paradoxním situacím, kdy při přítomnosti legendy volilo světlou oblast více respondentů než u variant bez ní.



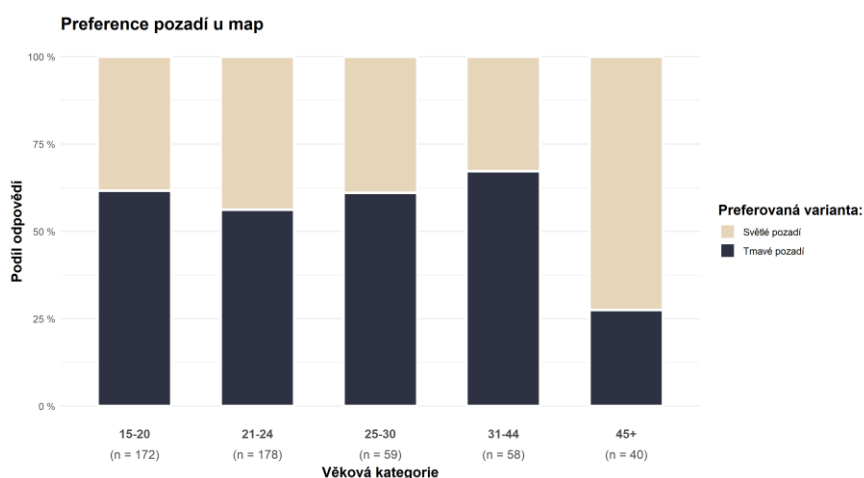
Obr. 24 Červená mapa Color Brewer s legendou

Z důvodu těchto nestandardních odchylek proběhlo ověření, zda respondenti neklikali automaticky v důsledku ztráty pozornosti. Celkový medián času stráveného nad jednou mapou činil 6,8 sekundy. Za hranici automatické interakce byl stanoven čas pod 4 sekundy, což vycházelo z extrémních minimálních hodnot (někteří respondenti provedli kliknutí již za 1,26 sekund). Z dat vyplynulo, že 384 respondentů kliklo v čase pod 4 sekundy alespoň u jedné mapy, avšak žádný z nich tento zrychlený postup neaplikoval u všech 48 testovaných map. V některých případech mohlo jít o projev nepozornosti pramenící z toho, že se uložení či podoba legendy mezi světlým a tmavým pozadím měnila, a uživatelé jí po čase přestali věnovat pozornost. Tuto hypotézu následně potvrdilo i doplňující testování metodou eye-tracking.

Dále byla statisticky testována možná závislost mezi věkem respondentů a jejich volbou konkrétní oblasti (kliknutím) v mapě. Pro toto ověření byl využit Pearsonův chí-kvadrát test nezávislosti. Statistická významnost se potvrdila celkem u 16 map, přičemž pouze v jednom jediném případě se jednalo o mapu doplněnou legendou. Tento fakt lze interpretovat tak, že přítomnost legendy působí jako silný sjednocující prvek, který efektivně eliminuje rozdíly v intuitivním vnímání barevné hierarchie mezi různými generacemi. Pokud i v těchto úlohách s legendou docházelo k chybám, byly distribuovány rovnoměrně napříč věkovým spektrem. To naznačuje, že primární příčina chybovosti nespočívala ve věku, nýbrž v jiných faktorech, jako je snížená pozornost respondentů, unáhlené rozhodování či úplné přehlédnutí přítomné legendy.

U zbylých map, kde se statistická významnost projevila, byly zaznamenány zřetelné generační rozdíly. Zatímco nejmladší respondenti vykazovali v těchto úlohách dominantní shodu (s pouze ojedinělými individuálními odchylkami), u starších věkových skupin byla pozorována narůstající tendence k volbě opačného barevného odstínu. Tento trend se přitom projevoval shodně jak u map na tmavém, tak i na světlém pozadí. Grafické výstupy všech 16 map, které detailně znázorňují prostorové rozložení kliknutí v závislosti na věkových kategoriích, jsou kompletně doloženy v přílohách této práce.

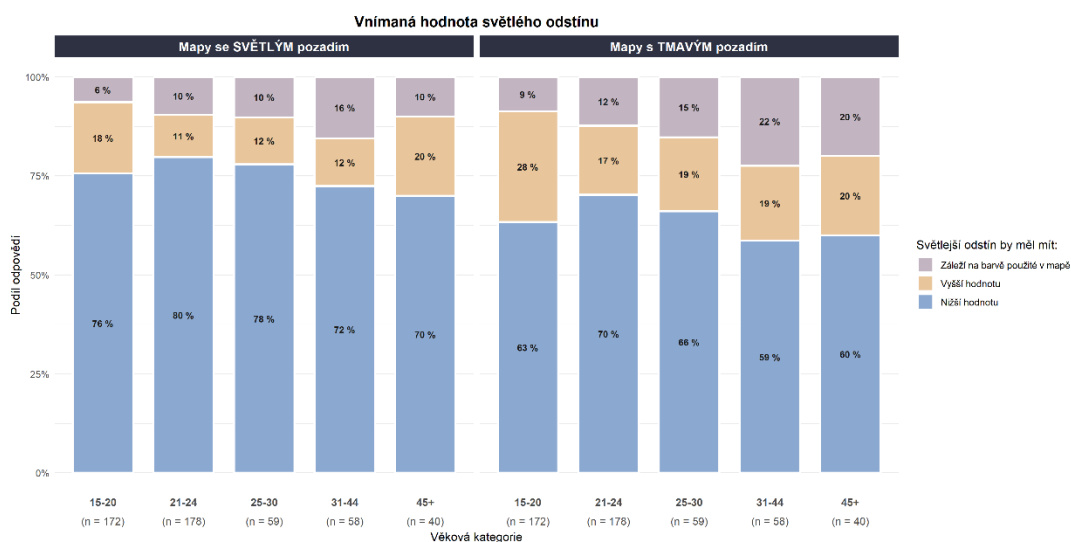
Závěrečná část dotazníkového šetření se zaměřila na celkové vizuální preference respondentů. Z výsledků vyplynulo, že ve většině věkových kategorií dotazovaní upřednostňovali mapy na tmavém pozadí. Jedinou výjimku představovala nejstarší věková skupina (45 a více let), kde tuto tmavou variantu preferovalo jen mírně přes 25 % osob (Obr. 26).



Obr. 25 Preference pozadí map jednotlivých věkových kategorií

Následující analyzovaná otázka zjišťovala, jakou hodnotu by měl podle uživatelů reprezentovat světlejší odstín barvy umístěný na světlém pozadí. Ve všech věkových kategoriích se více než 70 % respondentů shodlo na odpovědi, že by měl značit „nižší hodnotu“. Pozoruhodná situace však nastala u nejstarší kategorie (45+), z níž vzešel nejvyšší počet respondentů přisuzujících světlejšímu odstínu naopak „vyšší hodnotu“. Druhou skupinou, která tuto opačnou logiku volila nejčastěji, byla nejmladší věková skupina. Zástupci věkové kategorie 31–44 let se pak ve srovnání s ostatními skupinami výrazně častěji uchýlovali k neutrální odpovědi, tedy že „záleží na barvě použité v mapě“.

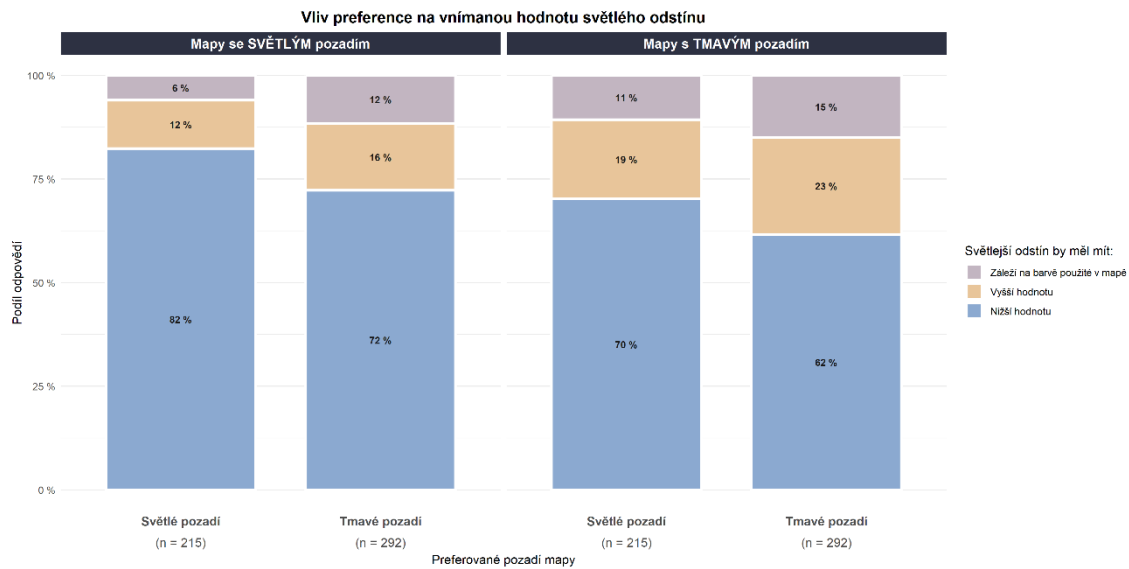
V případě map umístěných na tmavém pozadí se celkový počet respondentů volících možnost „nižší hodnota“ oproti světlé variantě snížil, přesto si tuto odpověď v každé věkové skupině vybralo více než 50 % dotázaných. Překvapivým zjištěním bylo, že k této variantě se nejčastěji přikláněla věková skupina 21–24 let. Celkově vzrostl počet odpovědí pro možnosti „vyšší hodnota“ a „záleží na barvě použité v mapě“. Pro variantu „vyšší hodnota“ se nejčastěji rozhodovala nejmladší kategorie (15–20 let). Neutrální odpověď, tedy že „záleží na barvě použité v mapě“, pak totožně jako u map na světlém pozadí volili zástupci věkové skupiny 31–44 let (Obr. 27).



Obr. 26 Vnímaná hodnota světlého odstínu

Závěrečná část dotazníkového šetření se věnovala vztahu mezi uživatelskou preferencí pozadí a volbou hodnoty pro světlý odstín. Z celkového souboru 507 respondentů jich 292 upřednostňovalo tmavé pozadí map, zatímco 215 respondentů preferovalo pozadí světlé. Analýza ukázala, že u map na světlém pozadí volili respondenti preferující světlý režim častěji variantu „nižší hodnota“ než ti, kteří se klonili k režimu tmavému.

V případě map na tmavém pozadí byl u obou skupin (bez ohledu na jejich preferenci režimu) zaznamenán pokles odpovědí u varianty „nižší hodnota“. Naopak vzrostla četnost volby kategorií „vyšší hodnota“ a „záleží na použité barvě“ (Obr. 28).

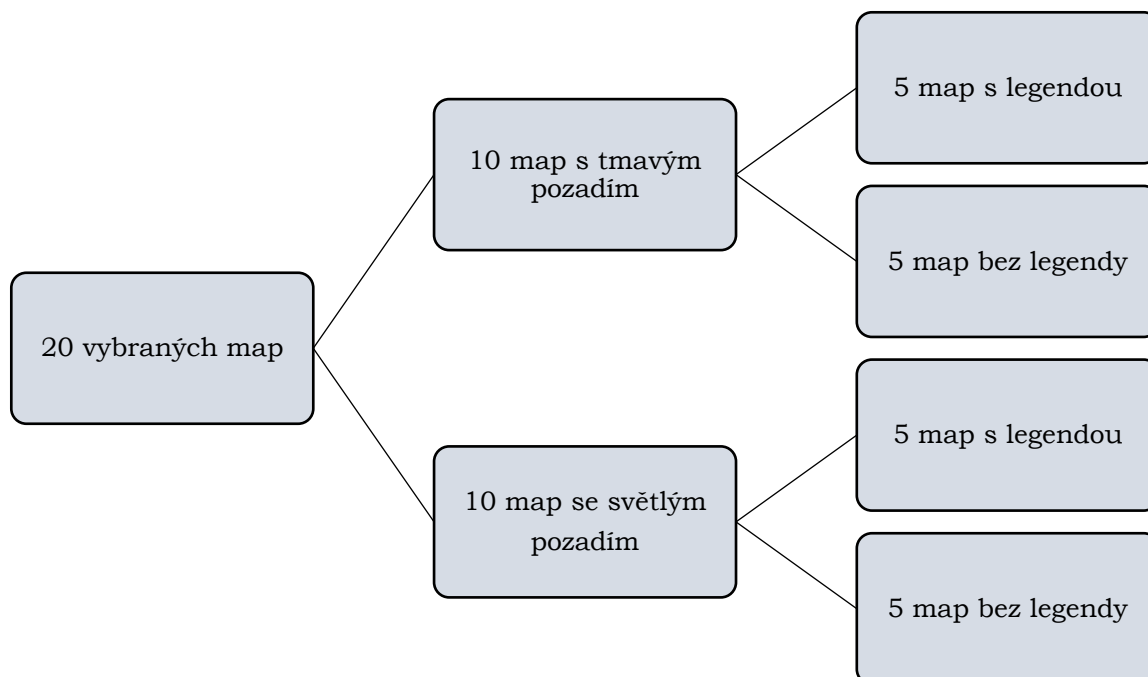


Příklad interpretace: - Světlé pozadí: Respondenti preferující světlé pozadí se častěji přiklánějí k tomu, že na mapách se světlým pozadím by světlý odstín měl představovat nižší hodnotu.

Obr. 27 Vliv preference na vnímanou hodnotu světlého odstínu

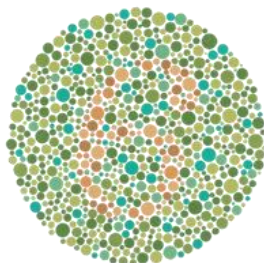
6 EYE-TRACKING TESTOVÁNÍ

Na základě výsledků dotazníkového šetření bylo vybráno 20 map, které vykazovaly statisticky významné či jinak zajímavé výsledky z hlediska věkových kategorií nebo prostorového rozložení zaznamenaných kliknutí. Pro hlubší analýzu těchto zjištění byla zvolena metoda eye-trackingu, jež umožňuje přesné sledování pohybu očí respondentů. Výzkum byl realizován za pomoci zařízení Tobii Pro Spectrum a softwaru Tobii Pro Lab. Vybraný vzorek 20 map byl cíleně a rovnoměrně rozdělen do čtyř kategorií po pěti mapách: mapy na tmavém pozadí bez legendy, mapy na světlém pozadí bez legendy, mapy na tmavém pozadí s legendou a mapy na světlém pozadí s legendou (Obr. 29).



Obr. 28 Rozdělení map pro eye-tracking

Samotný průběh experimentu metodicky vycházel z předchozího dotazníkového šetření. Ještě před zahájením práce s mapami však respondenti absolvovali test barvocitu, aby byla vyloučena případná porucha barevného vidění. Tento test spočíval v hlasitém čtení číslic ukrytých ve speciálních barevných kruzích (tzv. pseudoizochromatické tabulky) (Obr. 30).



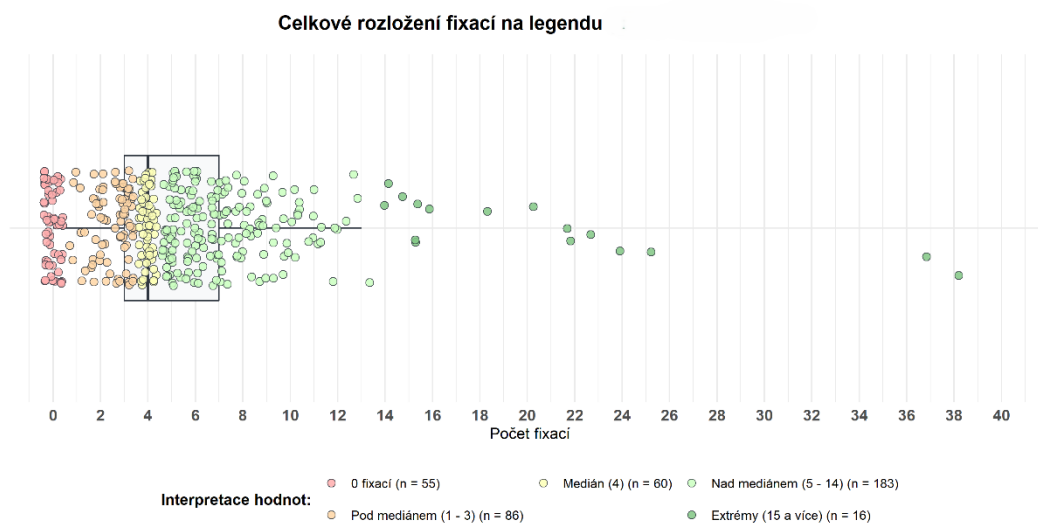
Obr. 29 . Pseudoizochromatická tabulka na kontrolu barvocitu
(Ishihara 1917)

Následně byly účastníkům v náhodném pořadí předkládány testovací mapy s úkolem kliknout na barvu, která podle nich reprezentuje nejvyšší hodnotu zobrazeného jevu.

Po ukončení praktické části experimentu vyplnili participanti doplňující dotazník. Ten obsahoval obdobné otázky jako původní šetření v platformě LimeSurvey – zaměřoval se na využívání tmavého režimu, četnost jeho používání v různých situacích a na celkové vizuální preference. Respondenti rovněž znovu odpovídali na to, zda považují světlejší odstín barvy za reprezentaci vyšší, či nižší hodnoty jevu. Výzkumu se zúčastnili jak laici (nekartografové), tak i odborníci z oboru kartografie. Zapojení kartografů do této fáze bylo velmi důležité; vzhledem k tomu, že v původním plošném dotazníku jich odpovídalo pouze 39, posloužil tento experiment jako cenné doplnění dat od této specifické uživatelské skupiny.

Laboratorního testování s využitím eye-trackingu se zúčastnilo celkem 40 participantů. Vzorek byl tvořen 30 kartografy a 10 respondenty z řad laické veřejnosti (nekartografy). Ke zpracování základních dat a sestavení kontingenčních tabulek byl využit program Microsoft Excel. Navazující statistické výpočty a grafické výstupy (např. boxploty) byly generovány v prostředí RStudio.

První část analýzy se zaměřila na fixaci zraku na mapovou legendu. Pro prvotní vizualizaci počtu fixací byly využity kontingenční tabulky. Vzhledem k vysoké variabilitě dat byl pro přesnější zobrazení zvolen boxplot (Obr. 31). Z výsledků vyplývá, že medián počtu fixací na legendu činil 4, přičemž maximální zaznamenaný počet fixací u jednoho účastníka byl 38. Byla identifikována i hraniční chování: 3 ze 40 participantů se nepodívali do legendy ani u jedné z testovaných map, a dalších 3 participantů do ní pohlédli pouze třikrát za celé testování.

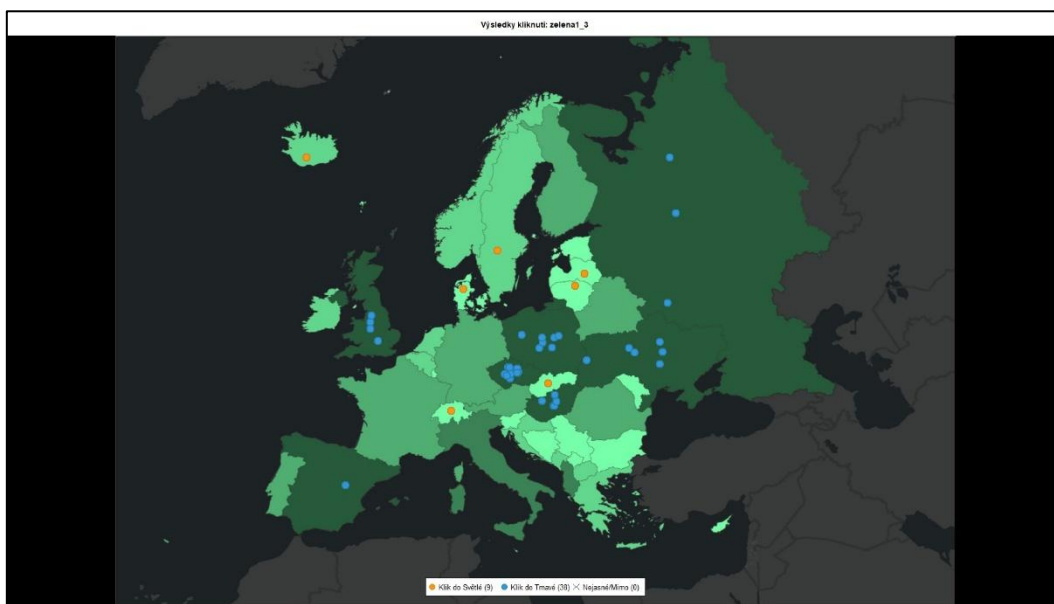


Obr. 30 Počet fixací na legendu v mapě

Dalším zkoumaným aspektem byl vliv pořadí mapy (1 až 10) na frekvenci fixací. Hypotéza předpokládala, že ke konci testování již participanti nebudou pociťovat takovou potřebu legendu kontrolovat. Tento předpoklad se potvrdil, avšak s jistými specifiky. Většina respondentů legendu podrobně zkoumala na začátku a u dalších map provedla pouze jednu až tři fixace za účelem rychlého ověření. K výraznějšímu nárůstu fixací došlo zpravidla v momentě, kdy respondent vizuálně detekoval změnu samotné mapy a její legendy. Z dat byl rovněž identifikován vzorec chování, kdy například poté co viděli sérii tři map na světlém pozadí respondenti neměli tendenci kontrolovat legendu u následující

mapy na tmavém pozadí, pravděpodobně vlivem jistoty, že barevná stupnice zůstala nezměněna. Současně se však objevila i menšinová skupina pečlivých participantů, kteří legendu studovali u každého mapového výstupu.

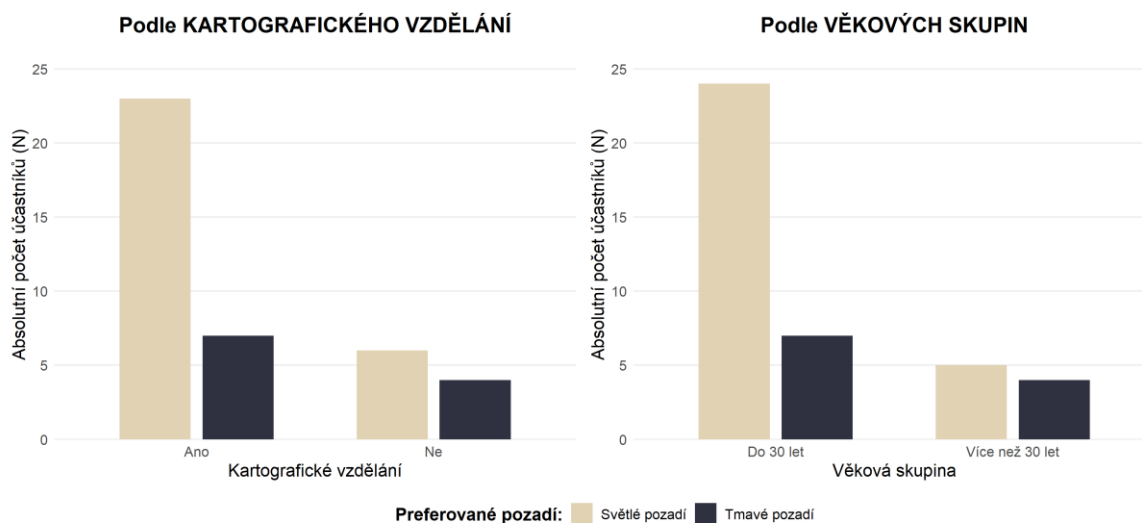
Během výzkumu participantů s mapami rovněž aktivně interagovali prostřednictvím klikání. Nejvyšší četnost kliknutí do světlé oblasti byla zaznamenána u mapy na tmavém pozadí využívající vlastní navrženou zelenou stupnici. Z celkového počtu 38 zaznamenaných kliknutí směřovalo 9 do světlých oblastí mapy (Obr. 32). (Celkový počet kliknutí je nižší, než počet účastníků, nicméně někteří participantů provedli více kliknutí najednou.)



Obr. 31 Zelená mapa vlastní tvorba bez legendy

Na laboratorní část navazovalo vyplnění dotazníku, jehož struktura vycházela z předchozího on-line dotazníkového šetření. Otázky cílily na preferenci barvy pozadí a subjektivní vnímání hodnoty světlého odstínu (Obr. 33). Výsledky přinesly překvapivá zjištění: na rozdíl od on-line dotazníku, kde většina respondentů preferovala variantu tmavého pozadí, v rámci eye-trackingové skupiny dominovala preference světlého pozadí.

Celková preference světlého a tmavého pozadí map

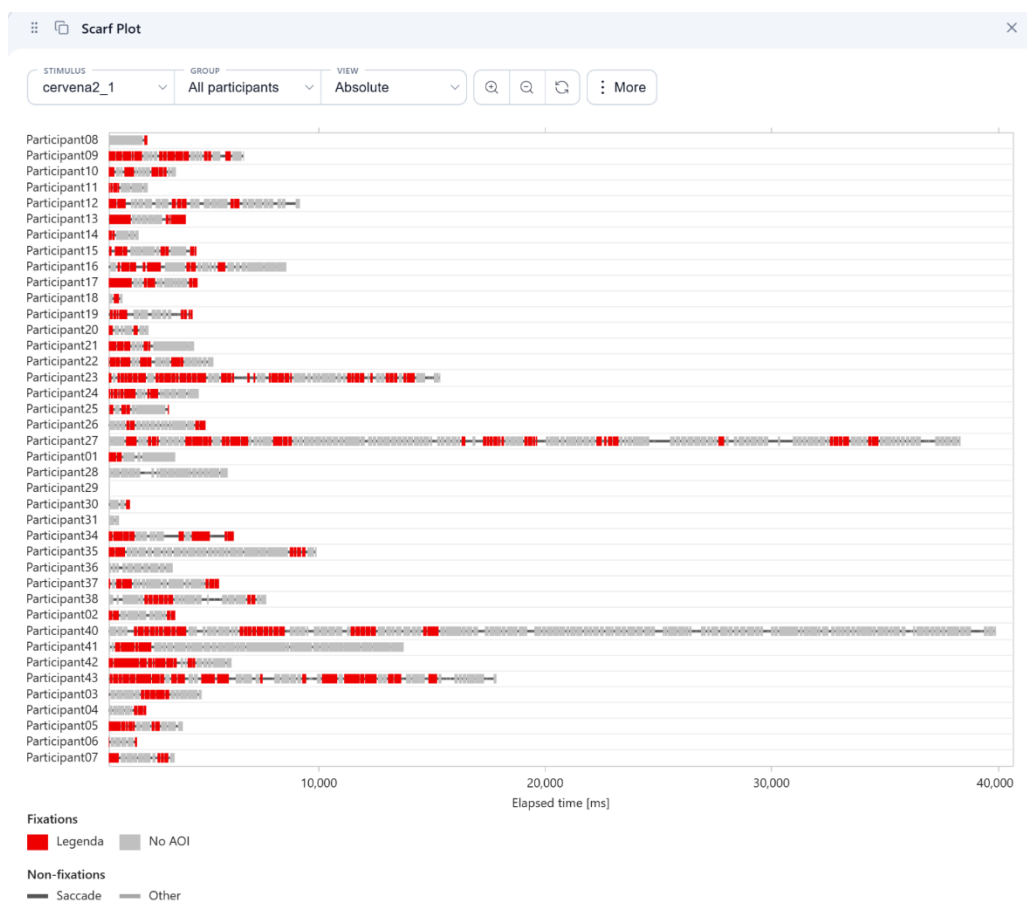


Obr. 32 Preference pozadí u map podle věkových kategorií a kartografického vzdělání

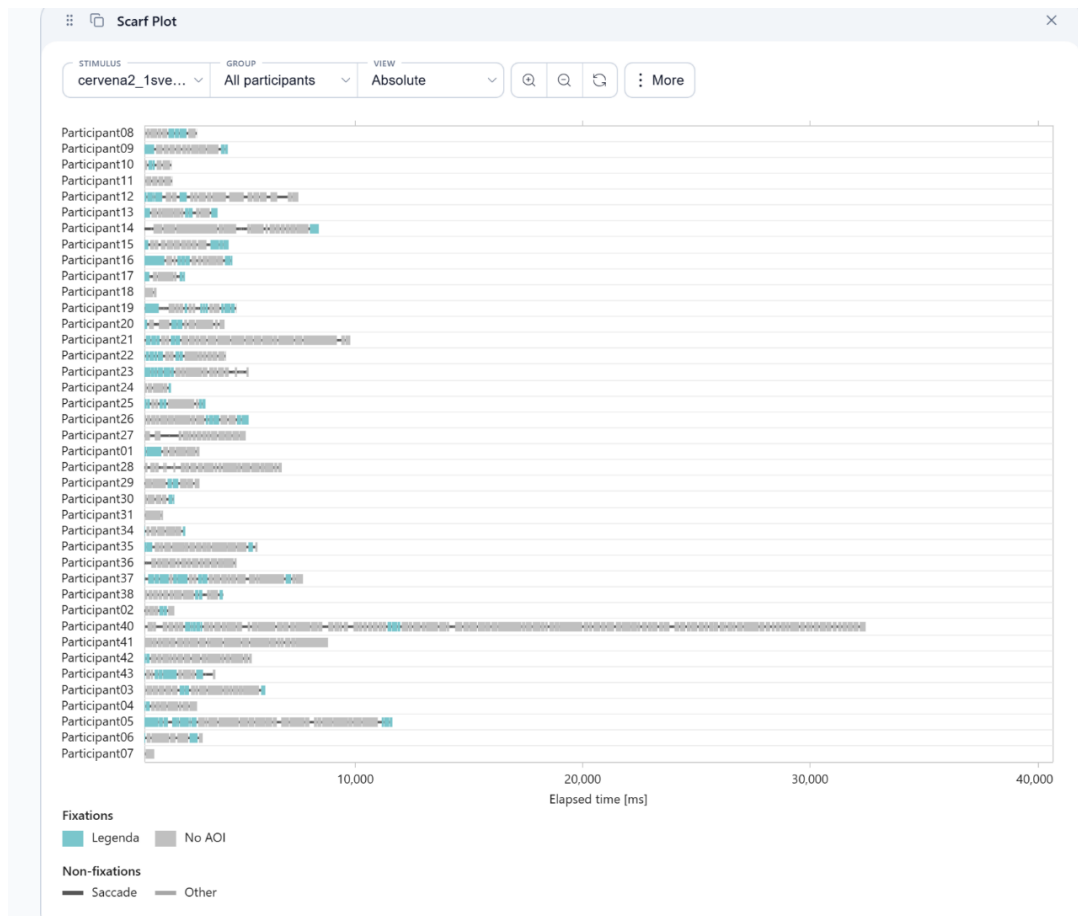
Tento trend se potvrdil jak u kartografů, tak u nekartografů (z nichž světlé pozadí preferovalo 6 z 10 osob). Obdobný obrat nastal i při analýze dle věkových kategorií. U participantů mladších 30 let dominovala volba světlého pozadí (přímý rozpor s on-line dotazníkem) a u skupiny starší 30 let světlé pozadí preferovalo 5 z 9 osob (Obr. 33). Tyto výsledky naznačují, že na preferenci vizuálního rozhraní má pravděpodobně významný vliv oborová znalost a expertní zázemí, jelikož v on-line dotazníku, kde většinu tvořila laická veřejnost, dominovalo u všech věkových kategorií tmavé pozadí.

Z analýzy eye-trackingových dat, konkrétně z vizualizace pomocí tzv. Scarf plotů v nástroji [GazePlotter](#) (Vojtechovska a Popelka 2026) vyplynul znatelný rozdíl u jednotlivých respondentů při práci s legendou u vybraných mapových výstupů (Obr. 34 a Obr. 35). Porovnávána byla mapa s červenou barevnou stupnicí vycházející z palety ColorBrewer, a to ve variantě na tmavém a světlém pozadí. V přiložených grafech jsou fixace do vymezené oblasti zájmu (AOI Legenda) znázorněny barevnými úseky – červenou barvou u mapy s tmavým pozadím a světle modrou barvou u její světlé varianty. Šedé zóny pak značí pohledy mimo legendu.

Při porovnání mapy na tmavém pozadí a její světlé varianty je patrné, že u první zmíněné mapy věnovali participanté vymezené oblasti zájmu (AOI) podstatně více vizuální pozornosti. Fixace na legendu byly u mapy na tmavém pozadí nejen delší, ale docházelo k nim také výrazně častěji než u její světlé alternativy. Zvýšená frekvence i celková doba pohledů na legendu navíc u mnoha respondentů vedla k celkovému nárůstu času potřebného pro vyřešení zadaného úkolu. Tento jev naznačuje, že světlá varianta mapy byla pro respondenty z hlediska dekódování barev a přiřazování hodnot srozumitelnější a pravděpodobně kognitivně méně náročná.

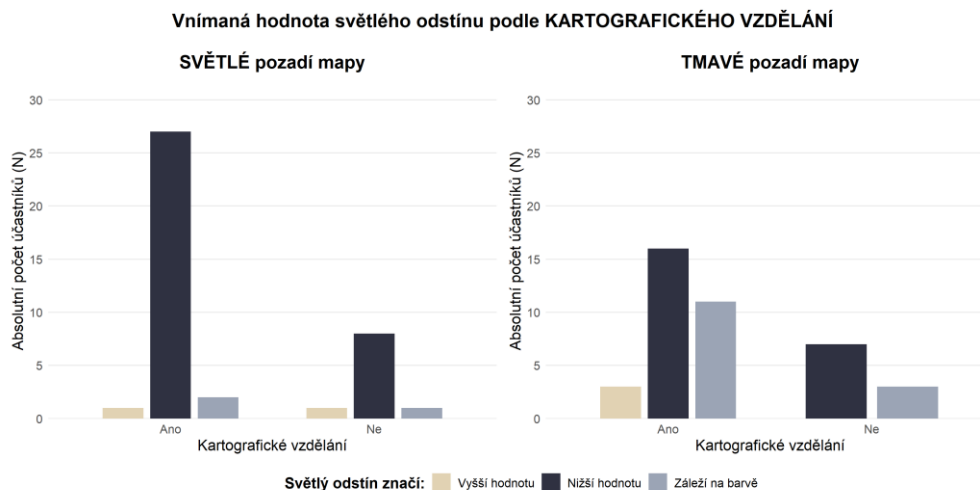


Obr. 33 Znázorňující rozložení vizuální pozornosti respondentů u mapy na tmavém pozadí



Obr. 34 Znárodnění rozložení vizuální pozornosti respondentů u mapy na světlém pozadí

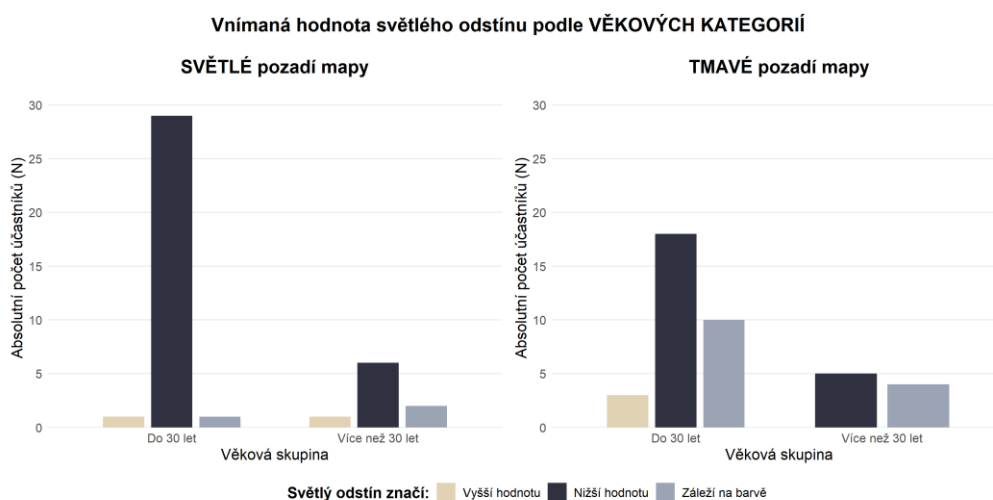
Poslední zkoumanou oblastí bylo vnímání světlého odstínu v závislosti na světlém či tmavém pozadí mapy. Nejprve se hodnotilo podle odbornosti (Obr. 36). Na světlém pozadí se kartografové i nekartografové jednoznačně shodli, že světlý odstín reprezentuje „nižší hodnotu“. U tmavého pozadí se již u kartografů začala objevovat i varianta „vyšší hodnota“, avšak značná část z nich volila odpověď „záleží na barvě“. I přes to však



Obr. 35 Vnímání hodnota světlého odstínu podle odbornosti

u odborníků na tmavém pozadí nadále vedla „nižší hodnota“. Oproti tomu u skupiny nekartografů se odpověď „vyšší hodnota“ neukázala ani v jednom případě a opět zde absolutně dominovalo přiřazení světlého odstínu k „nižší hodnotě“

Následně bylo hodnoceno vnímání světlého odstínu v závislosti na věku respondentů (Obr. 37). Výsledky do značné míry byly podobné se zjištěními u skupin rozdělených podle kartografického vzdělání. Při zobrazení mapy na světlém pozadí se obě věkové skupiny (mladší 30 let i 30 a více let) shodovaly na tom, že světlý odstín reprezentuje „nižší hodnotu“. Situace se částečně změnila u zobrazení na tmavém pozadí, kde u obou věkových skupin znatelně vzrostl podíl odpovědi „záleží na barvě“. Obdobně jako u předchozího dělení respondentů dle odbornosti se i zde projevil specifický rozdíl mezi skupinami. Zatímco věková kategorie mladší 30 let začala u tmavého pozadí volit i odpověď „vyšší hodnota“, u respondentů starších 30 let se tato varianta neobjevila ani v jednom případě a preference zůstala silně ukotvena u „nižší hodnoty“



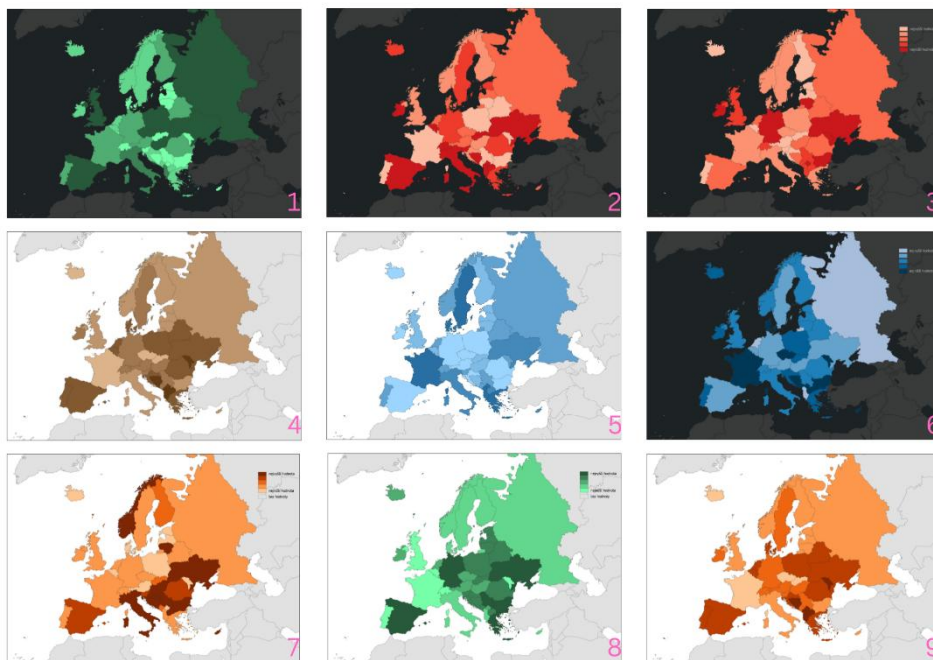
Obr. 36 Vnímaná hodnota světlého odstínu podle věkových kategorií

7 METODA FOCUS GROUP

Jako doplňková výzkumná metoda byla zvolena focus group (skupinová diskuse). Podstatou tohoto kvalitativního přístupu je řízená interakce menšího počtu osob, přičemž v rámci tohoto výzkumu byly sestaveny dvě diskusní skupiny – první tvořilo šest laiků a druhou osm odborníků (kartografů). Hlavním cílem tohoto postupu bylo získání doplňujících kvalitativních informací a poskytnutí prostoru pro vyjádření subjektivních názorů účastníků, což předchází kvantitativní metody neumožňovaly. Setkání probíhala podle předem připraveného scénáře s jasně definovanými otázkami k vybranému tématu. Hlavním úkolem participantů tak nebylo pouze odpovídat tazateli, ale především vést k dané problematice vzájemnou konverzaci a sdílet své pohledy.

Pro účely testování byl vybrán reprezentativní vzorek celkem devíti mapových výstupů z předchozích fází výzkumu. Jednalo se o vybrané kartogramy zpracované jak ve světlém, tak v tmavém režimu, které využívaly různé barevné stupnice od vlastních návrhů až po předdefinované palety. Tento záměrně omezený počet umožnil věnovat každé z map dostatečný časový prostor pro detailní zhodnocení její čitelnosti, kontrastu a celkového vizuálního působení.

Účastníkům bylo na plátno promítáno všech devět map najednou, přičemž pro eliminaci technologického zkreslení barev dataprojektorem byl k dispozici referenční notebook s přesnějším barevným podáním. Pro usnadnění orientace byly mapy zřetelně očíslovány číslovkami 1–9. (Obr. 38) Celý průběh diskuse byl nahráván na audio a video záznam pro potřeby následného zpracování. Pro prvotní transkripci byla využita on-line platforma [Beey.io](https://beey.io), která k převodu řeči na text využívá algoritmy umělé inteligence. Limitem tohoto automatického přepisu se ukázala být náročnost identifikace jednotlivých mluvčích v rámci mužské části skupiny. Systém nedokázal spolehlivě rozlišit specifické barvy hlasu některých účastníků, což si vyžádalo následnou manuální korekci a zpřesnění transkriptu na základě videozáznamu.



Obr. 37 Mapy vybrané pro metodu focus groups

Skupina laiků byla složena z respondentů ve věku 19–25 let, převážně studentů různých fakult a dvou pracujících. Pět ze šesti účastníků uvedlo, že tmavý režim běžně používají (tři trvale, dva podle denní doby), zatímco jeden účastník jej nevyužíval vůbec. V případě mapových aplikací se však všichni shodli, že tmavý režim využívají v noci z důvodu eliminace oslnění. Účastníci preferující tmavý vzhled hodnotili mapy na tmavém pozadí jako vizuálně příjemnější, zatímco respondent upřednostňující světlý režim vnímal i světlé mapy jako přívětivější. Diskuse ukázala, že na tmavém pozadí respondenti lépe vnímali hranice států, aniž by se na ně museli výrazně soustředit. Výjimku tvořily případy, kdy tmavá barva výplně splývala s pozadím (mapa č. 1). Návrh na vykreslení hranic světlou barvou účastníci zamítli jako příliš rušivý element.

Při hodnocení kladů a záporů účastníci vyzdvihli přítomnost legendy a shodli se, že vnímání barvy velmi závisí na tématu mapy a struktuře barevné stupnice. U červené barvy (mapa č. 2) kritizovali přílišnou podobnost odstínů a celkovou agresivitu barvy. V rámci diskuse nad cílovými skupinami respondenti spekulovali, že zatímco zářivé barvy by mohly oslovit děti, dospělí by pravděpodobně preferovali matné tóny. Objevila se otázka, zda by tato preference neovlivnila intuici „světlejší znamená více“. Účastníci se shodli, že mapy v tmavém režimu představují zajímavé obohacení například pro výuku, avšak do klasických atlasů by je nezařazovali.

V rámci hodnocení preferencí většina účastníků (4 ze 6) odmítla hnědou barvu v obou režimech zobrazení. Jako vizuálně nejúspěšnější byla hodnocena zelená stupnice z vlastní tvorby na světlém pozadí. U tmavého pozadí respondenti preferovali modrou barvu, která podle nich na tmavém podkladu lépe vyniká. Červená barva byla opět hodnocena negativně jako příliš agresivní. V závěru diskuse se účastníci vyjádřili k možnosti, že by světlá barva na tmavém pozadí značila vyšší hodnotu. U mapy č. 1 uvedli, že díky splývání tmavých odstínů s pozadím vystupuje světlá barva výrazně do popředí, což se nejvíce blíží principu „světlá znamená více“. Přesto by se k této možnosti přikláněli spíše u specifických témat, jako je například čistota ovzduší, kde by světlá barva asociovala čistší (lepší) stav.

Ve skupině odborníků (kartografů) uvedli čtyři účastníci, že tmavý režim aktivně využívali v běžných nemapových aplikacích, přičemž dva jej využívali pouze občas. Jeden respondent volil režim podle konkrétní situace a jeden tmavý vzhled nepoužíval vůbec. Většina uživatelů tmavého režimu jej zapínala především v noci za účelem snížení zrakové zátěže, případně z estetických důvodů. Specifická situace se projevila u mapových a navigačních aplikací, kde dva kartografové tmavý režim striktně odmítali a zbývající jej využívali výhradně na základě automatického přepínání podle denní doby.

Na rozdíl od laické skupiny podrobili kartografové silné kritice použití tmavých hranic polygonů. Zhodnotili, že například u mapy č. 6 tyto hranice vizuálně zanikaly, a proto by jednoznačně preferovali aplikaci světlejších linií. Shoda s laiky naopak panovala v hodnocení tmavých odstínů na tmavém pozadí (např. mapa č. 1), které podle obou skupin splývaly s podkladem a byly obtížně rozpoznatelné. Odborníci nicméně upozornili, že tento jev na druhou stranu umožňoval výrazně vyniknout světlým barvám. K myšlence, že by světlejší odstín reprezentoval vyšší hodnotu, se kartografové stavěli zdrženlivě – tuto možnost by si dokázali představit u ordinálních stupnic, avšak u běžných kvantitativních dat by preferovali zachování zavedených kartografických konvencí.

Další názorový rozpor mezi skupinami nastal u hodnocení červené barvy. Zatímco laici ji silně kritizovali, kartografové ocenili, že na červeném podkladu nedocházelo k tak výraznému zanikání hranic. Značnou kritiku naopak odborníci směřovali k příliš velkým barevným skokům uvnitř některých stupnic. U map č. 7 a 8 poukazovali na nevyváženost přechodu od velmi tmavé hnědé až po téměř bílou barvu a preferovali by vizuálně

vyváženější paletu. Co se týče hnědé barvy jako takové, panovala opět shoda s laiky (sedm z devíti kartografů ji celkově hodnotilo negativně).

Odborníci se s laiky shodli také na tom, že mapy v tmavém režimu sice mohly působit vizuálně atraktivně, avšak pro tradiční atlasovou tvorbu byly nevhodné. Kartografové navíc otevřeli téma tvorby komplexnějších děl v tmavém režimu (např. topografických map či děl kombinovaných s rastrovým podkladem). Podle jejich názoru by tmavé pozadí výrazně ztížilo čitelnost mapového popisu a typografie. Upozornili také na problematiku optických klamů spojených s vnímáním barev, kdy odstíny v legendě mohly působit odlišně než tytéž barvy obklopené jinými prvky přímo v mapovém poli. Tento nežádoucí jev byl podle nich u map na tmavém pozadí znatelnější.

V celkovém shrnutí dospěla odborná skupina k závěru, že mapy v tmavém režimu nebylo možné tvořit tak univerzálně a jednoduše jako jejich světlé varianty. Tmavé plochy byly na zobrazovacích zařízeních mnohem náchylnější na odlesky okolního světla. Ačkoliv by s tmavým režimem bylo možné úspěšně pracovat, vyžadovalo by to mnohem náročnější přípravu a důkladné uživatelské testování s ohledem na konkrétní téma.

8 VÝSLEDKY

Dotazníkové šetření

Souhrnná analýza získaných dat přinesla několik zásadních zjištění ohledně uživatelského vnímání kartografických děl v různých režimech zobrazení. V rámci dotazníkového šetření se potvrdily výrazné generační rozdíly v preferencích. Zatímco mladší generace a respondenti do 44 let preferovaly tmavý režim primárně z estetických důvodů a snahy o snížení únavy očí, u věkové kategorie nad 45 let převládalo konzervativnější vnímání, spojené s horší čitelností světlého textu na tmavém pozadí. Tento trend se promítl i do specifického používání mapových aplikací, kde trvalé nastavení tmavého vzhledu uváděli nejčastěji zástupci věkové skupiny 21–24 let.

Klíčovým a nejvýraznějším poznatkem z testování interakcí s mapami byla naprostá dominance intuitivního pravidla „tmavší barva znamená vyšší hodnotu“. Tato intuice se projevila jako takřka neměnná u úloh na světlém pozadí, kde u varianty bez legendy zvolilo v maximu až 98,6 % respondentů tmavší odstín jako nositele vyšší hodnoty. Velmi podobný výsledek (shodně až 98,6 %) byl zaznamenán i u světlého pozadí doplněného legendou, která byla v tomto případě v souladu s intuicí a potvrzovala, že tmavší odstín značí vyšší hodnotu.

Zajímavý posun nastal u map na tmavém pozadí, kde byla testována odolnost této intuice vůči inverzní legendě. Zatímco u verze bez legendy na tmavém pozadí se k pravidlu „tmavší je více“ přiklonilo v maximu až 97,4 % respondentů, po přidání legendy indikující opačný vztah („světlá znamená více“) se k jejímu správnému výkladu přiklonilo až 82,8 % dotázaných. Zbývající část respondentů však i přes přítomnost legendy setrvala u své původní intuice a za dominantní považovala tmavší odstín. Statistické testování metodou Pearsonova chí-kvadrátu následně potvrdilo, že přítomnost legendy fungovala jako silný sjednocující prvek, který efektivně eliminoval rozdíly v intuitivním vnímání barevné hierarchie napříč různými generacemi.

Eye-tracking testování

Na základě provedeného experimentu s využitím eye-trackingu a navazujícího dotazníkového šetření bylo možné formulovat několik závěrů, které doplnily zjištění z dalších fází výzkumu. Pokud šlo o samotnou práci s mapovým výstupem, analýza vizuální pozornosti jasně ukázala, že respondenti nezkoumali legendu u každé mapy se stejnou pečlivostí. Většina participantů si legendu detailně prohlédla převážně u prvních předložených map nebo ve chvíli, kdy zaznamenali výraznou vizuální změnu. Jakmile však získali jistotu, že se testovaná barevná stupnice nemění, jejich potřeba legendu kontrolovat rapidně klesla a při čtení mapy se orientovali spíše podle paměti.

Druhá část zásadních zjištění se týkala uživatelských preferencí a vnímání barev. Velmi překvapivým výsledkem byl obrat v preferenci barvy podkladu. Zatímco v online dotazníku respondenti preferovali tmavé pozadí, v laboratorních podmínkách dominovala u většiny respondentů, a to bez ohledu na věk či oborovou příslušnost, preference světlého pozadí. Tento posun bylo možné pravděpodobně přičíst specifickému složení vzorku, ve kterém převažovali kartografové.

V případě samotného vnímání světlého odstínu v mapě výsledky potvrdily, že klíčovou roli hrála právě barva okolního prostředí. U map na světlém pozadí panovala mezi všemi skupinami naprostá shoda a světlý odstín byl zcela intuitivně vnímán jako reprezentace „nižší hodnoty“. U map na tmavém pozadí však byla situace mnohem složitější a vnímání se zde lišilo. Zatímco laická veřejnost a účastníci starší 30 let nadále volili „nižší hodnotu“,

u mladší generace a u kartografů se projevila značná nejednotnost. Tito respondenti na tmavém pozadí mnohem častěji zohledňovali konkrétní použitou barvu, nebo dokonce měnili své původní vnímání a světlému odstínu začali přiřazovat hodnotu „vyšší“. I přes tento posun však v celkovém hodnocení nadále představovala absolutně nejčastěji volenou variantu odpověď „nižší hodnota“

Metoda Focus group

Výzkumná metoda focus group přinesla cenné srovnání pohledů obou zúčastněných skupin (laiků i kartografů) a odhalila několik klíčových shod i názorových rozdílů. Obě skupiny potvrdily, že tmavý režim u map využívaly primárně v noci pro snížení zrakové zátěže. Jednotný názor panoval také v tom, že mapy v tmavém režimu sice působily vizuálně atraktivně, avšak pro tradiční atlasovou tvorbu byly nevhodné. Podobný postoj se projevil i v celkovém hodnocení hnědé stupnice, kterou obě skupiny vnímaly převážně negativně. Účastníci rovněž shodně vyzorovali, že na tmavém pozadí nejtmaší odstíny často splývaly s podkladem, čímž do popředí naopak výrazně vystupovaly barvy světlé.

Zásadní rozdíly v hodnocení se objevily u konkrétních grafických prvků a samotné struktury barevných stupnic. Zatímco laici kritizovali přílišnou podobnost odstínů (například u červené barvy) a tuto barvu vnímali jako agresivní, odborníci směřovali kritiku k opačnému problému – příliš radikálním barevným skokům uvnitř stupnic. Červenou barvu naopak tolerovali, jelikož na ní nezanikaly linie. Laici dále bez problémů přijímali tmavé hranice polygonů, které kartografové na tmavém pozadí silně kritizovali pro jejich nečitelnost. Skupina odborníků navíc do diskuse vnesla technologické aspekty, jako byla zhoršená čitelnost typografie, větší náchylnost k optickým klamům a celkově vyšší náročnost na navrhování tmavých map. K otázce inverzního pravidla „světlejší znamená více“ se obě skupiny postavily tak, že by bylo akceptovatelné převážně u specifických ordinálních stupnic (např. čistota ovzduší), přičemž kartografové zdůraznili nutnost zachování zavedených konvencí u běžných kvantitativních dat.

9 DISKUZE

Během realizace bakalářské práce se objevila řada metodických a technických limitů, které do určité míry formovaly průběh i výslednou podobu práce. I přes tyto překážky se však podařilo stanovené cíle úspěšně naplnit.

První skupina komplikací se vázala k tvorbě a distribuci online dotazníku. Z technického hlediska představovalo značný problém kódování testovacích map v prostředí platformy LimeSurvey. Systém do zdrojového kódu automaticky vkládal vlastní metatagy, což narušovalo funkčnost naprogramovaného vizuálního prostředí. Každá, byť i dílčí úprava dotazníku tak vyžadovala manuální revizi a opětovné odstranění těchto nežádoucích zásahů. Specifikem této úvodní fáze šetření bylo také to, že plošný online dotazník neobsahoval úvodní kontrolu barvocitu respondentů. Tento krok byl však plně integrován do navazující části výzkumu. Před zahájením samotného testování pomocí metody eye-tracking již respondenti standardizovaným testem barvocitu procházeli.

Výzvou byla samotná distribuce dotazníku a udržení pozornosti respondentů. Jednou z hlavních překážek byla striktní podmínka vyplňování výhradně na stolním počítači či notebooku, což prokazatelně odradilo část potenciálních účastníků zvyklých na mobilní zařízení. Zásadním limitujícím faktorem se ukázala být i samotná délka testování. Z celkového počtu 1011 respondentů, kteří dotazník otevřeli, jej kompletně dokončilo 507 osob. Přestože byla pro udržení pozornosti a zmírnění únavy respondentů zakomponována složka v podobě interaktivního geografického kvízu, míra předčasného opuštění dotazníku zůstala vysoká. Vzhledem k nutnosti otestovat komplexní sadu 48 map však další zkracování šetření nebylo možné.

Sběr dat byl dále ztížen u specifických věkových skupin, především u respondentů ve věkové kategorii 55 a více let. Šíření dotazníku probíhalo primárně v online prostředí, což přirozeně omezovalo dosah na osoby s nižší digitální gramotností. U starší generace navíc vyvstávala nedůvěra k neznámým odkazům, které mohly být mylně považovány za podvodné či nebezpečné, a celkově nižší ochota investovat čas do rozsáhlejšího testování. Limity se projevíly i u kvalitativní části výzkumu. Do skupinových diskusí se nepodařilo zapojit zástupce z věkové kategorie nad 30 let, ačkoliv by jejich perspektiva pro srovnání s mladšími účastníky byla z výzkumného hlediska velmi přínosná.

V kontextu metody focus groups panovala rovněž počáteční obava z možného zkreslení dat vlivem přizpůsobování odpovědí názorům většiny. Tento předpoklad se nicméně v praxi nepotvrdil a účastníci si dokázali nezávisle obhájit svá vlastní stanoviska. Během těchto diskusí navíc vznikla výzkumná otázka týkající se toho, jak by uživatelé vnímali světlé a tmavé odstíny při aplikaci na vizuálně složitější topografické či webové mapy. Ačkoliv se jedná o vysoce aktuální téma s velkým potenciálem pro navazující výzkum, pro potřeby této bakalářské práce bylo metodicky nezbytné otestovat vnímání nejprve na zjednodušených konceptech. Pochopení principů vnímání barev a pozadí u jednoduchých map je totiž předpokladem pro jakýkoliv budoucí výzkum složitějších mapových děl.

Poslední drobná technická komplikace nastala během laboratorního měření s využitím eye-trackingu. V ojedinělých případech došlo k situaci, kdy měřicí software nezaznamenal fyzické kliknutí participanta do mapového pole. Jelikož se jednalo o technickou anomálii na straně systému, nebylo možné tento jev v průběhu experimentu plně ovlivnit či eliminovat. I přes tento výpadek u několika interakcí však zůstala drtivá většina zaznamenaných dat o vizuální pozornosti a chování uživatelů zcela validní pro navazující analýzu.

10 ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo zjistit uživatelské preference u map na tmavém pozadí a na základě zjištěných výsledků formulovat doporučení pro kartografickou tvorbu. Tohoto cíle bylo úspěšně dosaženo díky využití tří různých výzkumných metod.

Výsledky práce lze shrnout do několika hlavních bodů.

- Laická veřejnost, s výjimkou věkové kategorie nad 45 let, prokazatelně více preferovala mapy na tmavém pozadí.
- Přestože při interakci s mapami obecně dominovala intuice „tmavší barva znamená vyšší hodnotu“, aplikace tmavého pozadí toto pravidlo u respondentů oslabovala.
- Metoda focus group odhalila rozdíly ve vizuálních preferencích mezi kartografy a nekartografy, čímž se potvrdil vliv odborné praxe na vnímání map.
- Eye-trackingové testování pak ukázalo, že pokud uživatelé získají jistotu, že se legenda nemění, nemají potřebu ji dále kontrolovat.
- Odborníci i laická veřejnost se shodli v přístupu ke specifickým ordinálním stupnicím. U jevů, jako je například čistota ovzduší, obě skupiny preferovaly, aby logika barev odpovídala podstatě jevu (světlejší odstín pro čistší vzduch).

Práce celkově poukázala na fakt, že vnímání map kartografy se liší od vnímání běžných uživatelů. Právě díky metodě focus group se tyto neshody potvrdily, což usnadnilo stanovení konečných doporučení.

Tato doporučení jsou v rámci práce vztažena především k metodě kartogramů.

- Pokud je na mapách s tmavým pozadím znázorňována nejvyšší hodnota světlou barvou, je důležité, aby vizuálně vystupovala oproti ostatním barvám.
- Nejtmaší barva by naopak měla být upozaděna a blížit se barvě tmavého pozadí, ale stále tak, aby byla rozlišitelná.
- Zelená a modrá barva se pro tento účel ukázaly jako nejvhodnější, mimo jiné i proto, že jejich nejsvětlejší odstíny „září“ více než například u červené stupnice.
- I když bílé hranice polygonů bývají atraktivní a moderní, metoda focus group ukázala, že uživatelům může být jejich používání nepříjemné kvůli příliš vysokému kontrastu. Černá hranice naopak v některých případech splývá s tmavým pozadím, a proto se doporučuje využití různých odstínů šedé barvy.
- Zcela nevhodné je naopak použití čistě bílé barvy jako nejsvětlejšího odstínu v barevné stupnici. Její kontrast je příliš vysoký a může evokovat místa, pro která chybí data nebo mají nulovou hodnotu (Schiewe 2024).
- Přístup „světlejší barva znamená vyšší hodnotu“ lze na tmavém pozadí velmi dobře využít například pro zobrazení čistoty ovzduší, kdy nejčistší oblasti představuje nejsvětlejší odstín. Tmavé pozadí dokáže tento jev podtrhnout mnohem lépe než klasický světlý podklad.
- Při tvorbě kartogramů v prostředí ArcGIS Pro se nedoporučuje využívat neupravené výchozí barevné škály, a to zejména z důvodu výrazného kontrastu mezi krajními hodnotami.
- Při převodu mapy ze světlého na tmavý podklad je tedy klíčové neřídít se pouze mechanickým zachováním barevných odstínů, ale zajistit, aby nejdůležitější hodnoty byly na daném pozadí dostatečně kontrastní a pro čtenáře přirozeně interpretovatelné.

V kontextu budoucího výzkumu by bylo vhodné navázat na zjištěné poznatky a rozšířit testování například o interaktivní či dynamické mapy, kde se vnímání barevných stupnic může od statických výstupů lišit. Další výzkumný potenciál se nabízí v prověření čitelnosti testovaných barevných palet na různých typech koncových zařízení, jako jsou mobilní telefony či tablety, které disponují odlišnými parametry jasů a kontrastu obrazovek. Přínosná by mohla být rovněž detailnější analýza specifických uživatelských skupin s různou úrovní kartografické gramotnosti.

Závěrem lze konstatovat, že bakalářská práce úspěšně naplnila všechny stanovené cíle. Zvolená metodika, která kombinovala kvantitativní přístup v podobě plošného dotazníkového šetření s kvalitativní diskusí v rámci focus group a měřením pomocí technologie eye-tracking, umožnila zhodnotit problematiku uživatelského vnímání barevných stupnic ze tří různých perspektiv. Získaná data a z nich vyplývající závěry přinášejí empiricky podložené poznatky, které lze využít při navrhování a optimalizaci mapových výstupů, a mohou tak posloužit jako užitečná doporučení pro kartografickou praxi.

POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE

BRYCHTOVÁ, Alžběta, 2015. *Barevná vzdálenost v kartografii*. Online. Olomouc [vid. 2026-04-18]. Disertační práce. UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI. Dostupné z: <https://theses.cz/id/uza4i6/Brychtova-DisertaceAutoreferat.pdf?info>

DEL VALLE, Rachel, 2020. A Brief History of “Dark Mode”—From the Matrix-like Displays of the Early ’80s to Today. *AIGA Eye on Design*. Online [vid. 2026-04-18]. Dostupné z: <https://eyeondesign.aiga.org/a-brief-history-of-dark-mode-from-the-matrix-like-displays-of-the-early-80s-to-today/>

EISFELD, Henriette a Felix KRISTALLOVICH, 2020. *The Rise of Dark Mode A qualitative study of an emerging user interface design trend*. Online. [vid. 2026-04-18]. Dostupné z: <https://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1464394&dswid=3725>

ELLIS, Matt, 2025. RGB vs CMYK: What’s the Difference? *VistaPrint US*. Online [vid. 2026-04-25]. Dostupné z: <https://www.vistaprint.com/hub/correct-file-formats-rgb-and-cmyk>

ISHIHARA, Shinobu, 1917. *Tests for colour-blindness*. Tokyo: Handaya.

MAPTILER, 2026. *MapTiler Maps: High-quality maps for your applications*. Online [vid. 2026-04-18]. Dostupné z: <https://www.maptiler.com/maps/#style=base-v4&lang=auto&mode=2d&position=5.68/45.398/15.809/0.00/22.0>

POPELKA, Stanislav, 2018. *EYE-TRACKING (NEJEN) V KOGNITIVNÍ KARTOGRAFII*. Olomouc. Rigorózní práce. Univerzita Palackého v Olomouci.

QIAO, Lige a Mingguang WU, 2023. Light mode and dark mode: Which one is suitable when using public-facing web maps? An experimental evaluation using eye-tracking. *Transactions in GIS*. Online. **27**(2), 516–540. ISSN 14679671. Dostupné z: doi:10.1111/tgis.13038

SCHIEWE, Jochen, 2024. Dark-is-More Bias Also in Dark Mode? Perception of Colours in Choropleth Maps in Dark Mode. *KN - Journal of Cartography and Geographic Information*. Online. **74**(2), 171–180. ISSN 25244965. Dostupné z: doi:10.1007/s42489-024-00171-z

SCHLOSS, Karen B.; Connor C. GRAMAZIO; Allison T. SILVERMAN; Madeline L. PARKER a Audrey S. WANG, 2019. Mapping Color to Meaning in Colormap Data Visualizations. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*. Online. **25**(1), 810–819. ISSN 1077-2626. Dostupné z: doi:10.1109/TVCG.2018.2865147

SLÁDEK, Petr, 2015. *Vnímání barev [Přednáška]*.

SPRABARY, Aimee, 2023. Is dark mode good or bad for your eyes? *All About Vision*. Online [vid. 2026-04-18]. Dostupné z: <https://www.allaboutvision.com/conditions/computer-vision-syndrome/digital-eye-strain/is-dark-mode-better-for-eyes/>

ŠEBEK, Luděk a Jana HOFFMANNOVÁ, 2010. The focus group method and possibilities of its application in kinantropological research. *Tělesná kultura*. Online. **33**(2), 30–49. ISSN 12116521. Dostupné z: doi:10.5507/tk.2010.009

VÍTKOVÁ, Tereza, 2024. *Uživatelské testování barevných stupnic v kartografii*. Olomouc. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci.

VOJTECHOVSKA, Michaela a Stanislav POPELKA, 2026. GazePlotter: An open-source solution for the automatic generation of scarf plots from eye-tracking data. *Behavior Research Methods*. Online. **58**(3), 85. ISSN 1554-3528. Dostupné z: doi:10.3758/s13428-026-02959-5

VOKÁČ, Luděk, 2019. Android Q (Android 10) - srovnání tmavého a světlého režimu. *iDNES.cz*. Online [vid. 2026-04-25]. Dostupné z: https://www.idnes.cz/mobil/tech-trendy/android-q-android-10-tmavy-a-svetly-rezim-porovnani-dark-theme.A190511_193938_mob_tech_vok/foto

VOŽENÍLEK, Vít a Jaromír KAŇOK, 2011. *Metody tematické kartografie: vizualizace prostorových jevů*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.

WESTENBERG, Jimmy, 2020. We asked, you told us: Just about everyone uses dark mode. *Android Authority*. Online [vid. 2026-04-18]. Dostupné z: <https://www.androidauthority.com/dark-mode-poll-results-1090716/>

WICHARY, Marcin, 2007. *Apple II Plus*. Online [vid. 2026-04-25]. Dostupné z: <https://www.flickr.com/photos/mwichary/2151368358/>

PŘÍLOHY

SEZNAM PŘÍLOH

Volné přílohy

Příloha 1 Poster

Příloha 2 On-line dotazník <https://1url.cz/wJ7WK>

Příloha 3 Soubor digitálních výstupů a zdrojových dat

Detailní obsah Přílohy 3 (struktura adresáře .zip):

Složka 01_Mapy obsahuje:

- 48 původních mapových výstupů,
- 48 map zobrazujících zaznamenaná kliknutí respondentů,
- 16 map se zaznamenáním kliknutí v závislosti na věkových kategoriích.

Složka 02_Data obsahuje:

- vstupní data FAOSTAT vložená do dat z GADM,
- kompletní data z dotazníku (včetně počtů a procent kliknutí),
- exportovaná data z eye-trackingu,
- projektový soubor s daty určenými pro zpracování a vizualizaci v nástroji GazePlotter,
- vypočtené matice fixací,
- matice fixací vztahující se ke konkrétním mapovým výstupům.

Složka 03_Skripty obsahuje:

- skript použitý v platformě LimeSurvey pro záznam souřadnic,
- skript v prostředí R pro finální vizualizaci.

Projekt v programu Tobii Pro Lab je uložen v datovém uložišti eye-tracking laboratoře KGI UP.