

Univerzita Palackého v Olomouci
Přírodovědecká fakulta
Katedra geoinformatiky

ANALÝZA ČTENÍ GEOLOGICKÝCH MAP
GEOLOGY A NEGEOLOGY

Diplomová práce

Bc. Jiří KOMÍNEK

Vedoucí práce RNDr. Stanislav POPELKA, Ph.D.

Olomouc 2019
Geoinformatika

ANOTACE

Diplomová práce se zabývá analýzou čtení geologických map geology a negeology. První část práce je zaměřena na teoretické vymezení a představení geologických map. Jsou zde srovnávány znakové klíče české, britské a americké geologické služby. Na několika příkladech jsou ukázány rozdíly v provedení znaků a také je zde popsána standardizace v geologických mapách. Hlavní část práce obsahuje tři eye-tracking (ET) testy. Testování mapových listů geologických map pomocí ET brýlí, testování geologických map pomocí stacionárního ET zařízení a testování funkcionality online mapové aplikace České geologické služby (ČGS). Účastníci testování byli rozděleni do tří skupin: geologové (studenti a pracovníci Katedry geologie UPOL), geografové (studenti Katedry Geografie UPOL) a geoinformatici (studenti, pracovníci Katedry geoinformatiky UPOL). Celkem se testování zúčastnilo 40 respondentů. Testy byly vyhodnocovány za pomoci standardních eye-tracking metrik (např. délka trajektorií, čas první fixace, počet fixací, Dwell time apod.). Záznamy z ET brýlí byly vyhodnoceny manuálně z důvodu nemožnosti automatického zpracování. Geologové se více zaměřovali na samotné mapové pole oproti dalším skupinám respondentů. Celkově strávili méně času při řešení úkolů. Testování mapové aplikace odhalilo několik problémů, které budou dále předány ČGS. Z provedeného dotazníkového šetření mezi odborníky vyplynulo, že geologická data jsou nejčastěji používána prostřednictvím online mapové aplikace od ČGS.

KLÍČOVÁ SLOVA

eye-tracking; geologická mapa; čtení mapy;

Počet stran práce: 62

Počet příloh: 6 (z toho 2 volné a 4 vázané)

ANOTATION

This diploma thesis deals with the analysis of reading of geological maps by geology experts and novices. The first part of the thesis is focused on the theoretical definition and introduction to geological maps. The Czech, British and American geological surveys are compared here. Several examples show differences in map symbology, and standardization in geological maps is described here. The main part of the work contains three eye-tracking experiments. Testing geological maps using eye-tracking glasses. Testing geological maps using a stationary eye-tracker and testing the functionality of the online map application of the Czech Geological Survey (CGS). Testing participants were divided into three groups: geologists (students and staff of UPOL Geology Department), geographers (UPOL Geography Department students) and geoinformatics (students, UPOL Department of Geoinformatics). Altogether, 40 respondents participated in the study. Tests were evaluated using standard eye-tracking metrics such as Time to First Fixation, Number of fixations, Dwell time etc. Eye-tracking glasses records were evaluated manually because impossibility of automatic processing. Geologists were more focused on the map itself than other groups. Overall, they spent less time working on tasks. Testing the map application revealed several problems that will be send to CGS. The questionnaire survey showed that the most used form of geological data is the map application from CGS.

KEYWORDS

eye-tracking; geological map; map reading

Number of pages 62

Number of appendixes 6

Prohlašuji, že

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

- jsem si vědom(a), že na moji 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, diplomovou práci užívat (§ 35 odst. 3),

- souhlasím, aby jeden výtisk diplomové práce byl uložen v Knihovně UP k prezenčnímu nahlédnutí,

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

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

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

V Olomouci dne 13. 5. 2019

Bc. Jiří Komínek

V první řadě děkuji všem respondentům, kteří se zúčastnili testování a umožnili tak vznik této diplomové práce. Za zapůjčení eye-tracking brýlí děkuji Katedře Lingvistiky Univerzity Palackého v Olomouci. Dále děkuji vedoucímu práce doktoru Popelkovi za jeho čas a ochotu při řešení problémů vzniklých během práce. Děkuji také doktorce Vondrákové za možnost konzultací během kompletace práce a Janu Masopustovi za pomoc a rady s programovým kódem. Velice děkuji Katedře geologie Univerzity Palackého v Olomouci za spolupráci při shánění respondentů. V neposlední řadě děkuji své přítelkyni a rodině, kteří mě podporovali během celého studia a psaní diplomové práce.

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI
Přirodovědecká fakulta
Akademický rok: 2016/2017

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jiří KOMÍNEK**
Osobní číslo: **R170458**
Studijní program: **N1301 Geografie**
Studijní obor: **Geoinformatika**
Název tématu: **Analýza čtení geologických map geology a negeology.**
Zadávající katedra: **Katedra geoinformatiky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem práce je analýza rozdílů ve čtení geologických map geology a negeology. V rešerši student provede rozbor používaných znakových klíčů geologických map v Česku i v zahraničí. Následně ve spolupráci s Českou Geologickou Službou vybere příklady vhodných map pro testování. Následně vytvoří a realizuje eye-tracking testování, jehož se zúčastní jak geologové (či studenti geologie), tak respondenti bez vztahu ke geologii. Naměřená data student vhodně analyzuje a výsledky vizualizuje tak, aby co nejlépe popsal rozdíly ve čtení geologických map těmito skupinami uživatelů. Kromě běžného zobrazení map na obrazovce počítače student vyzkouší možnosti záznamu eye-tracking dat nad papírovou geologickou mapou. Na základě konzultace s ČGS rovněž provede uživatelské/eye-tracking hodnocení vybraných témat mapového portálu ČGS.

Student vyplní údaje o všech datových sadách, které vytvořil nebo získal v rámci práce, do Metainformačního systému katedry geoinformatiky a současně vytvoří zálohu údajů ve formě validovaného XML souboru. Celá práce (text, přílohy, výstupy, zdrojová a vytvořená data, XML soubor) se odevzdá v digitální podobě na CD (DVD) a text práce s vybranými přílohami bude odevzdán ve dvou svázaných výtiscích na sekretariát katedry. O diplomové práci student vytvoří webovou stránku v souladu s pravidly dostupnými na stránkách katedry. Práce bude zpracována podle zásad dle Voženílek (2002) a závazné šablony pro diplomové práce na KGI. Povinnou přílohou práce bude poster formátu A2.

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah pracovní zprávy: **max. 50 stran**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**
Seznam odborné literatury:

BOJKO, A. 2013. Eye tracking the user experience: A practical guide to research, Rosenfeld Media.
HOLMQVIST, K., NYSTRÖM, M., ANDERSSON, R., DEWHURST, R., JARODZKA, H., & VAN DE WEIJER, J. (2011). Eye tracking: A comprehensive guide to methods and measures: Oxford University Press.
VOŽENÍLEK, V. (2002): Diplomové práce z geoinformatiky. Vydavatelství Univerzity Palackého, Olomouc, UP, 31 s.

Vedoucí diplomové práce: **Mgr. Stanislav Popelka, Ph.D.**
Katedra geoinformatiky

Datum zadání diplomové práce: **16. června 2017**
Termín odevzdání diplomové práce: **5. května 2019**

doc. RNDr. Martin Kubala, Ph.D.
děkan

L.S.

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA
KATEDRA GEOINFORMATIKY
17. listopadu 50, 771 46 Olomouc
1.

prof. RNDr. Vít Voženílek, CSc.
vedoucí katedry

V Olomouci dne 2. února 2018

OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	10
ÚVOD	11
1 CÍLE PRÁCE.....	12
2 METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ.....	13
2.1 Použité metody.....	13
3 SOUČASNÝ STAV PROBLEMATIKY	17
3.1 Vymezení pojmů.....	17
3.2 Geologické mapy	17
3.2.1 Historie geologických map.....	18
3.2.2 Dělení geologických map	19
3.2.3 Obsah mapového listu geologické mapy.....	20
3.3 Česká geologická služba.....	21
3.3.1 Činnost ČGS	21
3.3.2 Mapová produkce.....	22
3.3.3 Popularizace geologie	23
3.4 Standardizace značení v geologii	23
3.4.1 Příklady standardů z praxe	24
3.5 Hodnocení map pomocí eye-trackingu	26
3.6 Čtení mapy.....	27
3.7 Srovnání znakových klíčů	28
3.7.1 Vybrané znakové klíče geologických map.....	29
3.7.2 Bodové znaky	31
3.7.3 Liniové znaky	32
4 DOTAZNÍK	34
4.1 Obsah dotazníku.....	34
4.2 Vyhodnocení dotazníku.....	34
5 EYE-TRACKING TESTOVÁNÍ	36
5.1 ET brýle	38
5.1.1 Příprava experimentu.....	38
5.1.2 Zpracování naměřených dat.....	39
5.1.3 Vyhodnocení volného prohlížení.....	43
5.1.4 Vyhodnocení řešení úkolů.....	46
5.1.5 Shrnutí výsledků.....	50
5.2 Naskenované papírové mapy.....	50
5.2.1 Příprava experimentu.....	50
5.2.2 Průběh experimentu	51
5.2.3 Zpracování naměřených dat.....	51
5.2.4 Vyhodnocení	51
5.2.5 Shrnutí	58
5.3 Mapová aplikace	59
5.3.1 Příprava experimentu.....	59

5.3.2	Průběh experimentu	59
5.3.3	Zpracování naměřených dat.....	60
5.3.4	Vyhodnocení volného prohlížení.....	60
5.3.5	Vyhodnocení řešení úkolů.....	61
5.3.6	Rozhovor	66
5.3.7	Shrnutí	67
6	VÝSLEDKY	68
6.1	Dotazník.....	68
6.2	ET brýle	68
6.3	Skeny papírových map.....	68
6.4	Mapová aplikace	69
6.5	Shrnutí	69
7	DISKUZE	70
8	ZÁVĚR	72
	POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE	
	PŘÍLOHY	

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

Zkratka	Význam
AOI	Area of interest (oblast zájmu)
BGS	British Geological Survey
C.k.	Císařsko královský
CGMW	Comision for the geological map of the world
ČGS	Česká geologická služba
ET	Eye-tracking
FGDC	Federal Geographic Data Committee
GEOČR 25	Digitální atlas geologických map ČR 1 : 25 000
ICS	International Commission on Stratigraphy
KGI-UPOL	Katedra geoinformatiky Univerzity Palackého v Olomouci
KG-UPOL	Katedra geologie Univerzity Palackého v Olomouci
KW	Kruskall-Wallisův test
NGMD	Národní geologická mapová databáze ČR
PDF	Portable document format
SGM	Semantic gaze mapping
TTF	True type font
USGS	United States Geological Survey
UX	User Experience
WFS	Web Feature Service
WMS	Web Map Service

Úvod

Geologie představuje velmi důležité odvětví přírodních věd, se kterým se setkává téměř každý dennodenně v nejrůznějších formách. Jedná se o velmi rozsáhlý obor, který zasahuje do mnoha odvětví lidské činnosti. Jedná se například o plánování výstavby, studium chemického podloží nebo například vyhledávání nových ložisek nerostných surovin.

V rámci geologie vzniká celá řada kartografických produktů. Geologické mapy jsou považovány za jedny z nejtěžších na sestavení, tak také na pochopení. Často jsou kritizovány kartografy pro jejich barevné provedení. V dnešní době, zejména s rozvojem technologií a webového GIS, přichází do styku s geologickými mapami celá řada lidí. Nejčastěji se jedná o odborníky-geology, kteří s mapami pracují téměř denně a jsou k tomuto účelu patřičně vzděláni. Druhou skupinou jsou negeologové, kteří také pracují s geologickými mapami, ale nemají patřičné odborné vzdělání. Jedná se zejména o pracovníky ve veřejné správě na odborech územního plánování, či životního prostředí.

Účelem této práce je zjistit, jakým způsobem pracují s mapami geologové a negeologové. Výsledky interpretovat a předat poznatky České geologické službě. Ta je případně může využít ke zlepšení svých služeb.

1 CÍLE PRÁCE

Hlavním cílem diplomové práce je analýza čtení geologických map geology a negeology. V rámci hlavního cíle bylo vytyčeno několik dílčích cílů, které mají za cíl podporu využitelnosti této práce v praxi.

V obsahu rešerše literatury bylo za cíl popsát geologické mapy z hlediska jejich dělení podle obsahu a standardizace geologického značení. Dalším cílem bylo srovnání znakových klíčů domácích a zahraničních geologických služeb.

V rámci hlavní části práce je cílem zjistit a popsát, jakým způsobem jsou geologické mapy čteny uživateli, kteří jsou v oboru považováni za experty a uživateli, kteří nemají tolik zkušeností se čtením geologických map a nemají odborné geologické vzdělání. K tomuto účelu bylo použito metody eye-tracking (ET) testování. Výsledkem testu by mělo být srovnání způsobu čtení jednotlivých skupin uživatelů s důrazem na využívání samotné mapy tak speciálních doprovodných prvků.

Dalším dílčím cílem bylo otestovat mapovou aplikaci na webu ČGS z hlediska použitelnosti, na základě prvotních zkušeností a podnětů ze strany ČGS.

Výsledky práce by měly sloužit pro využití v rámci ČGS jako soubor tipů pro zlepšení srozumitelnosti při tvorbě map pro koncové uživatele.

2 METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ

Tato kapitola se zaměřuje na přiblížení jednotlivých metod, dat a harmonogramu postupu prací, které byly použity během zpracování diplomové práce. V závěru kapitoly je tabulka shrnující použité ET metody a metriky.

Použitá data

Pro samotné ET testování byly použity zejména mapové listy geologických map v měřítku 1 : 25 000. Konkrétně se jednalo o čtyři mapové listy z produkce České geologické služby:

- ZM_25_03-413_Semily,
- ZM_25_03-324_Turnov,
- Zm_25_03-342_Rovensko pod Troskami,
- Zm_25_geofactory_32_23_Černá v Pošumaví,
- Zm_tvary_25_03-413_Semily.

Mapy pocházely z vlastní sbírky Katedry geoinformatiky Univerzity Palackého v Olomouci (KGI-UPOL), kde se nacházely v tištěné podobě, tak z volně dostupných zdrojů z webového portálu ČGS. Pro relevantnost výsledků byly použity pouze mapy vydané po roce 2009, kdy vešla v platnost nová směrnice pro geologické mapování (Hanžl a Čech, 2009). Na základě dohody s dr. Zuzanou Krejčí z ČGS byla rovněž poskytnuta v elektronické podobě část znakového klíče geologických map pro srovnání v rámci rešerše.

Použitý software

Tvorba dotazníku probíhala v online nástroji *Google Forms*. Po sběru dotazníků byly výsledky převedeny do tabulkového procesoru *Microsoft Excel 2016*, ve kterém byly dále vizualizovány. Pro tvorbu stimulů byl použit software *CorelDraw 2018*, ve kterém byly připraveny jednotlivé mapové výřezy. Samotné sestavení ET testu probíhalo v prostředí software *SMI Experiment Center™ 3.7*. Následně byly výsledky exportovány do software *BeGaze 3.7*, ve kterém probíhalo vyhodnocení experimentu. Vybraná data byla za pomoci on-line nástroje *Smi2v-analytics*¹ převedena do formátu pro software *V-Analytics*. Výsledky z ET brýlí a částečně i data z testování mapové aplikace byly zpracovávány v tabulkovém procesoru *Microsoft Excel* z balíku Office 2016. Část dat z ET brýlí byla zpracována pomocí nástroje *Mobile Gaze Mapping*, který je blíže popsán ve vázané příloze 3. Statistické vyhodnocení proběhlo ve statistickém software *R-studio* verze 1.2.1335.

2.1 Použité metody

Rozhovor

Pro zjištění konkrétních zástupců jednotlivých skupin uživatelů geologických map bylo použito několik metod. První metodou byl rozhovor s Mgr. Otmarem Petyniakem (ČGS) a dr. Danielem Šimíčkem z Katedry geologie Univerzity Palackého v Olomouci (KG-UPOL). Hlavní výhodou rozhovoru spočívá v možnosti hlubšího a detailnějšího porozumění danému tématu a cílenému zjišťování informací prostřednictvím interakce s dotazovaným.

¹ *Smi2v-analytics*, Eye-tracking Group at Department of Geoinformatics [online]. Olomouc [cit. 2019-04-18]. Dostupné z: <http://eyetracking.upol.cz/smi2vanalytics/>

Dotazník

Po zjištění prvotních informací bylo přistoupeno k tvorbě dotazníku pro cílený sběr informací od vybrané skupiny odborníků, u kterých byl předpoklad práce s geologickými daty. První verze dotazníku byla rozeslána několika respondentům a poté bylo upraveno znění některých otázek.

Skupina uživatelů, na kterou mířil dotazník, byla obtížně oslovitelná např. pomocí sociálních sítí. Proto bylo přistoupeno k metodě **direct mail**, při které byl dotazník přímo rozeslán uživatelům na jejich emailovou adresu. Tato metoda je náročná zejména na získání jednotlivých emailových adres. Emaily byly ručně získány z webových stránek veřejné správy či prostřednictvím osobního kontaktu.

Eye-tracking experiment

Hlavní část práce spočívala v ET testování, které představuje velmi efektivní metodu použitelnosti využívaných v oblasti kognitivní kartografie. Tato metoda je založena na principu snímání pohybu očí pomocí odrazu od oční rohovky. ET metoda je na KGI-UPOL využívána pro výzkumné účely přibližně od roku 2011 pod vedením RNDr. Stanislava Popelky, Ph.D. ET experimenty byly realizovány za použití dvou zařízení. Pro první experiment byly použity ET brýle SMI Eye Tracking Glasses 2 s frekvencí záznamu 60 Hz, které umožňují uživateli volný pohyb hlavou během experimentu. Pro ostatní experimenty bylo použito profesionální ET zařízení SMI RED 250 s frekvencí záznamu 250 Hz spolu s 24" monitorem.

Prováděné experimenty byly následující:

- **ET brýle**
 - Pro realizaci tohoto experimentu byly zapůjčeny ET brýle SMI Eye Tracking Glasses 2 z Katedry obecné lingvistiky Filozofické fakulty Univerzity Palackého v Olomouci. Respondenti během experimentu pracovali s papírovými geologickými mapami.
- **Naskenované papírové mapy**
 - Během tohoto experimentu respondenti sledovali obrazovku monitoru, na které byly zobrazovány výřezy z naskenovaných papírových map.
- **Mapová aplikace**
 - Experiment byl zaměřen na testování funkcionality a práce s webovou aplikací Základní geologická mapa 1 : 25 000 prostřednictvím ET zařízení a monitoru.

Použité metody a sledované ET metriky v jednotlivých experimentech jsou znázorněny v tabulce 1. Bližší popis těchto metod a metrik je uveden v disertační práci Popelky (2015).

Tab. 1 Metody analýzy a použité metriky v ET experimentech

Experiment	Metoda	Analyzované ET metriky
ET brýle	Statistická analýza Dynamické Oblasti zájmu (AOI) Attention Maps Manuální analýza Sequence Chart Gaze Replay String-Edit-Distance	Trial Duration Dwell Time
Skeny papírových map	Statistická analýza Attention Map Binning Chart AOI Flow Map Sequence Chart String-Edit-Distance	Trial Duration Dwell Time Fixation Duration Scanpath Length Fixation count
Mapová aplikace	Statistická analýza Manuální analýza Gaze Replay	Trial Duration Dwell Time

Postup zpracování

Na začátku práce byla provedena rešerše a seznámení se s problematikou geologických map a geologie obecně. Za tímto účelem autor absolvoval několik schůzek, jak s pracovníky KG-UPOL, tak s pracovníky ČGS. Na základě získaných informací byl sestaven dotazník za účelem zjistit, kdo jsou uživatelé geologických map a jaké mapy používají. Následně byly vybrány skupiny respondentů tak, aby vhodně reprezentovaly geology a negeology. Během výběru respondentů byly sestavovány jednotlivé ET experimenty. Po sestavení proběhlo pilotní testování na několika respondentech za účasti odborníka z ČGS. Poté byly testy upraveny do finální podoby. Po sestavení proběhlo oslovení potenciálních respondentů. Poté probíhalo hlavní eye-tracking testování, které bylo rozděleno do tří experimentů. Většina respondentů se zúčastnila všech experimentů. V závěru práce proběhlo statistické vyhodnocení naměřených dat a interpretace výsledků. Celý postup je znázorněn na obrázku 1.



Obr. 1 Postup práce

3 SOUČASNÝ STAV PROBLEMATIKY

V poslední době se stále více do popředí zájmu dostávají webové služby a webové mapové aplikace, které postupně odsouvají papírové mapy do pozadí. Během řady let prošlo vývojem i geologické mapování. S rozvojem technologií pronikají geologické mapy do celé řady oborů a stávají se stále více dostupné odborné i laické veřejnosti.

Obecně jsou geologické mapy považovány za jedny z nejtěžších map na sestavení i na následné čtení a analýzu obsahu. I přes tento fakt, vstupují jako důležitá data do mnoha odborných profesí. Tyto profese často vykonávají lidé bez odborného geologického vzdělání. V této práci je řešeno, jak s geologickými mapami pracují odborníci s patřičným vzděláním, tak také lidé, kteří nemají vzdělání v oboru geologie. Autor se doposud nesetkal s prací, která by se zaměřovala na analýzu čtení geologických map. Z tohoto pohledu by práce mohla přinést zajímavé a nové poznatky z oblasti kognitivní kartografie se zaměřením na geologii.

3.1 Vymezení pojmů

Na začátku práce bylo nutné vymežit určité pojmy, které by mohly být obtížně uchopitelné a svoji definicí nejasné. Pokud by je čtenář špatně pochopil, mohl by si dílčí výsledky a celkové vyznění práce špatně vyložit. Geologická mapa je blíže popsána v kapitole 3.2 Geologické mapy. První pojem, který se v práci často vyskytuje, je mapová aplikace. Mapová aplikace je předmětem ET výzkumu v hlavní části této práce. Často bývá pojem *mapová aplikace* zaměňován s pojmem *mapový portál*. Nėtek (2008) tyto pojmy vymezuje následovně:

Mapový portál: „*chápeme jím server, na kterém jsou pod jednotlivými odkazy umístěny elektronické mapy - tedy internetový portál, věnovaný mapám. Z technického hlediska je nejobvyklejší tzv. třívrstvá architektura, tzn. že celá aplikace se obvykle skládá ze tří částí: mapového serveru, webového serveru a rozhraní pro správu dat,*“ (Nėtek 2008, s. 12).

Mapová aplikace: „*soubor nástrojů a funkcí, které umožňují prohlížení mapových úloh. Mapová úloha je soubor rastrových nebo vektorových mapových vrstev, věnovaných určitému tématu, tedy položka, kterou vybíráme v menu mapového portálu,*“ (Nėtek 2008, s. 12).

V rámci výzkumu v této práci jsou hlavní skupiny respondentů označovány jako „*geologové*“ a „*negeologové*“. Tyto dva pojmy jsou v kontextu této diplomové práce definovány následovně:

Geolog: je člověk, který se v rámci své profese věnuje jednomu z geologických oborů a zároveň má odborné vzdělání v oboru geologie. V rámci ET testování je jako geolog dále označován člověk, který studuje/studoval obor Geologie minimálně po dobu 4 semestrů.

Negeolog: je člověk bez odborného geologického vzdělání, který pracuje s geologickými daty, nebo je u něj předpoklad potenciální práce s geologickými daty v rámci svého pracovního zaměření. V rámci ET výzkumu je jako negeolog označován student, u kterého je díky oboru studia (geoinformatika, geografie) potenciální možnost práce s geologickými daty.

3.2 Geologické mapy

Geologická mapa je jedním z vrcholných děl kartografie a představuje výsledek složité syntézy měření a důlních vrtů. Geologická mapa často představuje výsledek znalostí geologů o dané oblasti nebo jako prostředek seznámení se s geologickou situací na daném území. Někdy bývá nazývána jako tzv. „*vyjadřovací prostředek geologů*“ (Maltman, 1998).

Z pohledu kartografie mají však geologické mapy různorodou kvalitu zpracování od špatných až po velice kvalitní (Voženílek, 2003).

V literatuře je možné najít mnoho rozdílných definic geologické mapy. Maltman (1998) popisuje geologickou mapu jako mapu, vzniklou přidáním geologických prvků na zjednodušený topografický podklad. Ve většině případů mapující geologická služba pouze využívá podkladových map jiných stran a na ně přidává svůj odborný obsah. Jednou z výjimek je USGS (United States Geological Survey), která tvoří jak topografické mapy, tak geologické mapy USA.

Pouba (1959) uvádí, že kvalita geologické mapy je do jisté míry závislá na mapovém podkladu. Proto je důležité, zejména při práci se staršími geologickými mapami, brát zřetel na podkladovou mapu a na chyby, kterými je zatížena.

Dříve se geologické mapy vyvíjely ve dvou samostatných řadách: podrobné geologické mapování (katastrální mapy) a základní geologické mapování (vojenské mapy) (Pouba, 1959). Voženílek (2003) se v článku *Geograf versus geologické mapy* zamýšlí nad potřebou geologických map pro účely geografie a také nad zpracováním jednotlivých geologických mapových produktů. Voženílek uvádí, že pro geografa představuje geologická mapa důležitý zdroj informací, o kterých by měl mít takový přehled, jaký je vyžadován v jeho profesi. Často se však geografové geologickými mapami vůbec nezabývají, protože nevědí o vazbách na geologické jevy nebo tyto vazby vůbec neřeší.

3.2.1 Historie geologických map

Historie pravého geologického mapování sahá do 18. století, kdy začala vznikat první díla s popisem stratigrafie, vulkanismu či tektoniky (Pouba, 1959). Za zakladatele moderního geologického mapování je považován Angličan Wiliam Smith, který pracoval jako polní geometr. V roce 1815 vydal přelomovou barevnou geologickou mapu Anglie *A delineation of the strata of England and Wales* (obr. 2).



Obr. 2 Jedna z prvních geologických map na světě

zdroj: (<https://mapdesign.icaci.org/2014/12/mapcarte-343365-a-delineation-of-the-strata-of-england-and-wales-by-william-smith-1815/>)

V českých zemích jednu z prvních přehledných map Čech sestavil v roce 1832 Franz Xaver Maxmilian Zippe. Údajně nejstarší mapa pochází však od F.X. Riepela (1820), která zřejmě nebyla vytištěna. Do roku 1850 bylo geologické mapování snahou jednotlivců a naše území bylo vyobrazováno spíše zahraničními geology, mezi které patřili např.

Moteglekov, či na Slovensku Beudant. V roce 1849 byl založen c.k. říšský geologický ústav ve Vídni (předchůdce České geologické služby) a celé území začalo být systematicky mapováno (Pouba, 1959).

3.2.2 Dělení geologických map

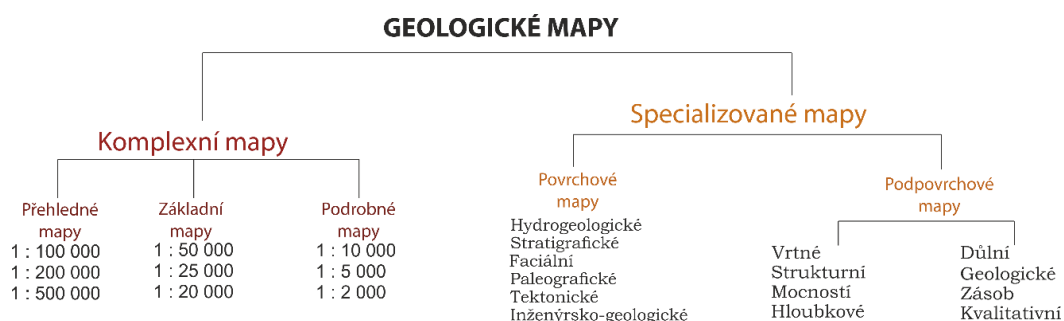
Dělení geologických map může být buď podle měřítka topografického podkladu nebo podle účelu dané mapy. V literatuře je možné najít různé klasifikace. Řehoř (1999) uvádí dělení podle účelu na mapy komplexní a specializované. Dále pak dělení podle měřítka na přehledné, základní a podrobné. Nebo také dělení podle hloubky odkrytí na:

- **mapy zakryté:** představují geologické jednotky včetně nerozlišených pokryvných útvarů (čtvrtohorní uloženiny),
- **mapy odkryté:** zobrazují geologickou situaci podkladu bez překryvných útvarů,
- **mapy podpovrchové (hlubinné):** zobrazují geologickou situaci v určité hloubce na pohřbeném reliéfu.

Pouba (1959) uvádí následující kategorie komplexní a specializované mapy (obr. 3). **Komplexní mapy** mají široké zaměření a jsou nejběžnějším druhem map, se kterým se může uživatel setkat. Často slouží jako základ dalšího geologického výzkumu.

Mezi **specializované** mapy se řadí například:

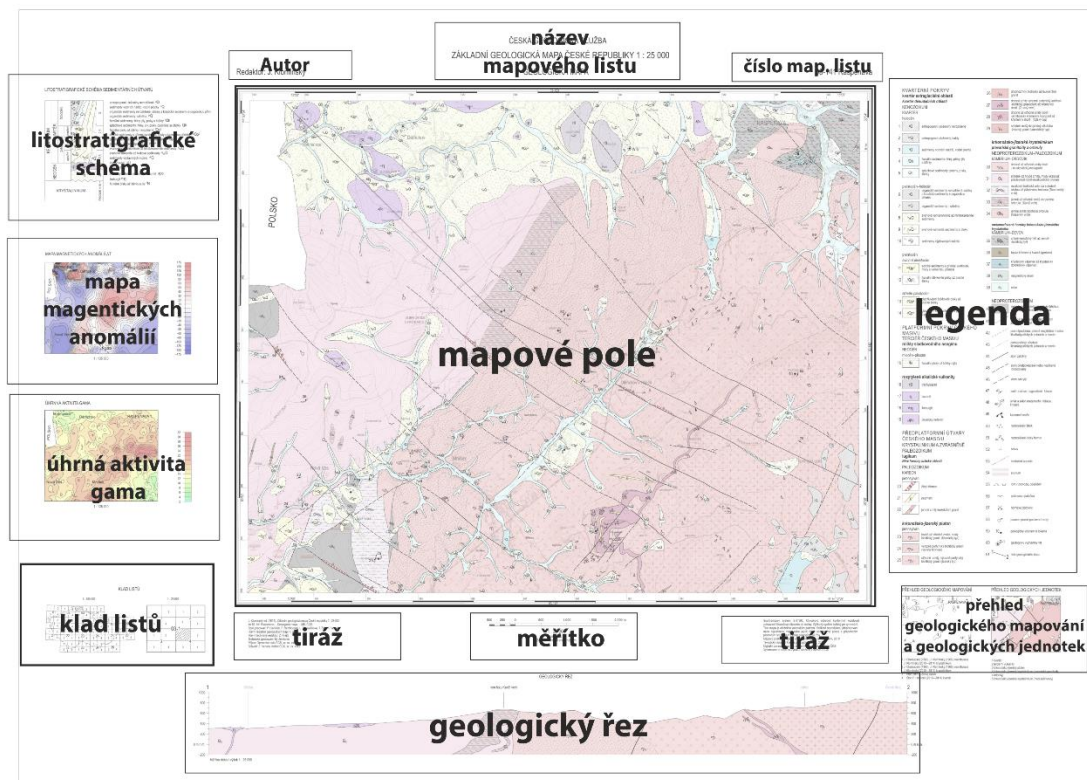
- **Hydrogeologické mapy**
 - popisují rozmístění, kapacitu a kvalitu pramenů vodních zdrojů s důrazem na vodní zdroj jako významný a nenahraditelný přírodní zdroj,
- **Tektonické mapy**
 - speciální mapy popisující tektoniku terénu, pozici a vzájemný poměr různých tektonických jednotek,
- **Mapy ložisek nerostných surovin**
 - poskytují přehled o výskytu ložisek rud, uhlí, ropy a zemního plynu, případně o stavu jejich vrtné prozkoumanosti,
- **Mapy inženýrsko-geologické**
 - zprostředkovává důležité informace zejména pro stavební práce. Poskytuje charakteristiku základových pūd, či hloubku skalního podkladu (ČGS, 2019a),
- **Mapy geofaktorů životního prostředí**
 - jsou syntetické mapy celého souboru dílčích map. Obsahuje vlastnosti, procesy a geologické jevy v souvislosti s horninovým prostředím, které ovlivňují životní prostředí.



Obr. 3 Dělení geologických map
upraveno podle (Pouba, 1959)

3.2.3 Obsah mapového listu geologické mapy

Mapové listy různých druhů geologických map mohou obsahovat různé prvky, které se liší podle druhu dané mapy a obsahu mapového pole. Konkrétní uspořádání jednotlivých prvků závisí tak na obsahu mapového pole a může se lišit i v rámci map z jedné řady. Příklad obsahu mapového listu základní geologické mapy v měřítku 1 : 25 000 je na obrázku 4.



Obr. 4 Kompozice mapového listu základní geologické mapy 1 : 25 000
zdroj: vlastní zpracování

Kompoziční prvky základní geologické mapy v měřítku 1 : 25 000

1. **Mapové pole:** představuje hlavní prvek mapového listu. Na mapovém poli se nachází samotné vyhotovení dané tematické mapy se všemi prvky.
2. **Rám mapy:** ohraničuje mapové pole a zasazuje ho do souřadnicového systému.
3. **Legenda:** vysvětluje vyobrazení geologických objektů a prvků v mapě, je tvořena: pořadovým číslem položky, grafickým vyjádřením položky, textovým popisem, vloženými nadpisy (Hanzl a Čech, 2009).
4. **Měřítko:** vyobrazení měřítka mapy v grafické a číselné podobě.
5. **Tiráž:** je rozdělena na dvě části. V levé části se nachází informace o zpracovateli, redaktorovi mapy. V pravé části jsou vyobrazeny technické údaje: souřadnicový systém, podkladová mapa licence atd.
6. **Název mapového listu:** zobrazuje o jaký druh mapy se jedná.
7. **Číslo mapového listu:** uvádí číslo a název mapového listu.
8. **Autor:** Odpovědný redaktor mapového listu.
9. **Geologický řez:** zobrazuje průběh geologických struktur do určité hloubky pod zemí (Řehoř, 1999). Průběh geologického řezu je veden nejčastěji kolmo na geologické

struktury a přes významné prvky (kóty, vrty). Délka geologického řezu nesmí být delší než šířka rámu mapového listu. Jsou v něm zakresleny veškeré geologické hranice, horniny a strukturní prvky jež protíná (Hanzl a Čech, 2009).

- 10. Přehled geologického mapování:** zobrazuje oblasti zpracované dalšími autory, kteří spolupracovali na sestavení autorského originálu mapy včetně data realizace.
- 11. Přehled geologických jednotek:** zobrazuje zařazení částí území do vyšších regionálně-geologických jednotek.
- 12. Litostratigrafické schéma:** obsahuje znázornění sedimentárních a metamorfovaných hornin. Řazení jednotlivých vrstev je v chronologickém pořadí od nejmladších po nejstarší v dolní části schématu.
- 13. Mapa magnetických anomálií:** popisuje magnetické anomálie na vybrané části území v jednotkách ΔT .
- 14. Úhrnná aktivita gama:** mapa podává základní informace o radioaktivitě hornin v území.

3.3 Česká geologická služba

Česká geologická služba je státní organizace zřizovaná Ministerstvem životního prostředí České republiky a je pověřena zpracováním státních mapových děl z oblasti geologie. ČGS byla založena v roce 1919 jako *Státní geologický ústav Republiky československé*, navazovala tak na rakouskou říšskou geologickou službu, která byla založena v roce 1849 a byla třetí nejstarší geologickou službou na světě (ČGS, 2009a). Během doby od svého založení až po současný stav prošla ČGS mnoha změnami a díky své podstatě státního podniku se na jejím chodu projevovala aktuální politická a ekonomická situace země.

3.3.1 Činnost ČGS

Již po svém založení ČGS začala se systematickým regionálním mapováním a výzkumem, zpracováváním posudků stavební geologie, hydrogeologie a ložiskových prognóz. V poválečném období převládalo mapování různých měřítek a publikace poznatků o složení republiky. V padesátých a šedesátých letech bylo dokončeno mapování v měřítku 1 : 200 000. Následně bylo pracováno na několika projektech zkoumajících podloží a připravováno konání 23. *Mezinárodního geologického kongresu*. Byly také zpracovány odvozené mapy v měřítku 1 : 50 000. Po roce 1989 byl kladen důraz na environmentální studie a výzkum s účastí na mezinárodních projektech nebo na pomoc rozvojovým zemím (ČGS, 2009a).

Na stránkách České geologické služby je umístěna následující definice, popisující činnost a poslání ČGS:

„Posláním České geologické služby, jejíž historie sahá až do roku 1919, je výkon státní geologické služby v České republice. I když se charakter instituce, stejně jako její název, v průběhu času vyvíjel, její hlavní poslání a s ním spojené jedinečné postavení ve společnosti přetrvává. Česká geologická služba sbírá a zpracovává údaje o geologickém složení státního území a předává je správním orgánům pro politická, hospodářská a ekologická rozhodování. Poskytuje všem zájemcům regionální geologické informace,“ (ČGS, 2019b).

Na webu ČGS je možno nalézt několik oblastí jejich zájmu:

- geologický výzkum a mapování,
- horninové prostředí a jeho ochrana,
- nerostné suroviny a vlivy těžby na životní prostředí,
- geologická rizika, prevence a zmírňování jejich dopadů,
- správa a poskytování geovědních informací.

3.3.2 Mapová produkce

Digitální produkce

ČGS publikuje mapy v několika formátech. V digitální podobě, pomocí vlastního mapového portálu², kde nabízí celou řadu mapových aplikací. Jednotlivé aplikace jsou postaveny na technologiích Esri (*ArcGIS Online*, *ArcGIS API for Flex* a *ArcGIS API for JavaScript*). Jedním z hlavních mapových produktů je aplikace *Geologická mapa v měřítku 1 : 25 000*, která v době psaní práce (květen 2019) fungovala na starší technologii *ArcGIS API for Flex* za využití Adobe Flash modulu. Z toho důvodu má tato aplikace omezené využití na mobilních zařízeních. Podle vyjádření zaměstnanců ČGS, by měla být tato aplikace v nejbližší době nahrazena novější technologií *ArcGIS Online*. ČGS nabízí i další online mapy, a to v podobě WMS, WFS nebo *ESRI ArcGIS Server služeb*.

Na webu geologické služby je provozována speciální aplikace *Oznámení důlního díla*³, kde je možné pomocí mapového okna oznámit starého důlního díla, kdy podle § 35, odst. 4 zákona č. 44/1988 Sb. vzniká ohlašovací povinnost vůči Ministerstvu životního prostředí České republiky.

Mapování v měřítku 1 : 50 000

ČGS jako první geologická služba na světě dokončila edici geologických map v měřítku 1 : 50 000 pro celé státní území. K některým mapovým listům byly vydávány textové vysvětlivky, popisující geologickou stavbu území daného mapového listu. Mapové listy jsou dostupné jak v internetové aplikaci, tak v tištěné podobě. V měřítku 1 : 50 000 byla zmapovaná celá ČR v rámci základní geologické mapy. V dalších tématech např. (ložiska nerostných surovin, inženýrsko-geologické mapy atd.) bylo zmapováno jen několik vybraných mapových listů (ČGS, 2019c).

Tematické geologické mapy v měřítku 1 : 50 000 jsou dostupné v online aplikaci *Geovědní mapy 1 : 50 000*, kde jsou dostupné rastry původních geologických map, tak také dynamicky generovaná legenda. Uživatel může do aplikace přidat další externí data pomocí webových služeb.

Mapování v měřítku 1 : 25 000

Geologické mapování v měřítku 1 : 25 000 stále probíhá. Zahájeno bylo v roce 1970 a pozastaveno v 90. letech. K tomuto pozastavení došlo z důvodu mapování v měřítku 1 : 50 000, které bylo upřednostněno. V roce 1998 bylo mapování v měřítku 1 : 25 000 opět obnoveno. Prioritní jsou oblasti požadované státní správou (městské a průmyslové aglomerace). Od roku 1998 jsou informace ukládány v rámci databáze *Digitální atlas geologických map ČR 1 : 25 000* (GEOČR 25) a tvoří základ *Národní geologické mapové databáze ČR* (NGMD) (ČGS, 2019a).

² Mapy - Česká geologická služba, 2019. Česká geologická služba [online]. Praha [cit. 2019-04-20]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/extranet/mapy>

³ Oznámení projevu důlního díla., Česká geologická služba [online]. [cit. 2019-04-20]. Dostupné z: https://app.geology.cz/dud_ozn/

Národní geologická mapová databáze ČR

Databáze vznikla rozpracováním disertační práce R. Thomase s přihlédnutím ke stavu budování geologických mapových databází v zahraničí, zejména USGS. V roce 2006 ČGS zahájila postupnou implementaci NGMD. Po vytvoření prototypu fyzické databáze (ESRI geodatabáze) byl model GEOČR 25 rozšířen o geovědní data a další informace. V rámci NGMD byl také vytvořen metainformační systém geovědních informací na základě mezinárodních norem ISO-19115 a ISO-19139 (ČGS, 2019d).

3.3.3 Popularizace geologie

ČGS prostřednictvím svého portálu vyvíjí celou řadu aktivit, jak zprostředkovat geologické informace široké veřejnosti. Například pomocí aplikace *Geologické zajímavosti ČR*⁴ přináší možnost laické veřejnosti zjistit něco o zajímavých geologických fenoménech nacházejících se v jejich okolí. ČGS také pořádá regionální kola geologických olympiád, které mají za úkol zprostředkovat geologii široké veřejnosti, zejména studentům středních a základních škol.

3.4 Standardizace značení v geologii

V geologii celosvětově neexistuje jednotná závazná metodika pro geologické mapování. Není jednotná standardizace napříč státy a každá geologická služba, i každý geolog, mapuje trochu odlišným způsobem a používá svá pravidla. Nepsanými celosvětovými standardy jsou dokumenty od USGS. Tyto standardy přejalo mnoho geologických služeb po celém světě.

První snaha o jednotné používání barev v geologii se objevila již v roce 1881, kdy USGS publikovala první geologické standardy. Krátce po tomto roce vznikla i odlišná barevná stupnice pro Evropu, která byla vyvíjena především francouzskou geologickou službou. Obě dvě barevné stupnice jsou odlišné, zejména z důvodu geologického složení obou kontinentů (USGS, 2005). Porovnání vybraných barev pro různá geologická období se nachází v tabulce 2. Na základě ústního rozhovoru s docentem Zimákem (25. 2. 2019) z KG-UPOL bylo zjištěno, že barevné provedení jednotlivých hornin není možné napříč státy zcela sjednotit a zavést tak jednotnou standardizaci. Každé území má trochu odlišnou geologickou stavbu a poměr zastoupení hornin, proto je nutné barvy přizpůsobit situaci v dané lokalitě.

Tab. 2 Srovnání barevných stupnic (upraveno podle USGS, 1974)

Období	American color system (Geologic Map of United States 1974)	International color system (Geologic Map of France 1968)	Česká chronostratigrafická tabulka (2012)
Quaternary	Gray, Pale Yellow	Gray	Pale Yellow
Jurassic	Blue green	Blue	Blue
Permian	Cool blue	Gray	Brick orange
Devonian	Blue	Brown	Brown

⁴ Geologické zajímavosti, Česká geologická služba [online]. [cit. 2019-04-20]. Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/zajimavosti/>

Důležité je, aby geologové dodržovali alespoň nějaká pravidla a zásady. V případě zcela odlišné metodiky mapování a kartografické vizualizace by byly jednotlivé mapové produkty vzájemně zcela nekompatibilní. Saha a kol. (2006) ve svém článku uvádí, že pokud je to možné, národní standardy by měly odpovídat mezinárodním. Bylo by velmi nejasné, pokud by měl každý stát či region zcela odlišnou standardizaci.

Podle Johnson a kol. (1998) je geologická mapa velmi složité dílo a složitost ještě stěžuje fakt, že neexistují univerzální standardy pro geologické mapy. Velmi často jsou však pro stejné geologické jednotky použity stejné, či podobné barvy napříč mapami. Tyto nepsané zásady platí jak pro barvy, tak i pro samotné bodové či liniové znaky.

Konzistence symbologie je velmi důležitá, zejména pokud jde o rozsáhlé studie větších územních celků. Při tvorbě geologických map je nutné uvažovat ve třech úrovních konzistence:

- původní sběr dat,
- datový model,
- kódování - popis na mapách.

Saha a kol. (2006) uvádí, že pro vytvoření standardizace je nutné dodržet všechny úrovně konzistence. Při nedodržení všech úrovní je snaha o vytvoření standardizace neefektivní a zbytečná.

3.4.1 Příklady standardů z praxe

I když neexistuje jednotná standardizace napříč státy, objevují se příklady snahy o standardizaci alespoň na lokální úrovni (viz tabulka 3). Příkladem může být iniciativa *Federal Geographic Data Committee* (FGDC), která vydává soubor standardizovaných znaků (znakového klíče) pro geologické mapy v podobě publikace *FGDC Digital Cartographic Standard for Geologic Map Symbolization* (FGDC, 2006). Dále jsou publikovány jednotlivé styly ve formátu .lyr a PostScript, pro použití v grafických programech.

USGS publikovala dokument *Selection of Colors and Patterns for Geologic Maps of the U.S. Geological Survey* (USGS, 2005), ve kterém shrnuje barvy pro rozlišení jednotlivých časových období. Tento dokument navazuje na první publikovaný dokument z roku 1891.

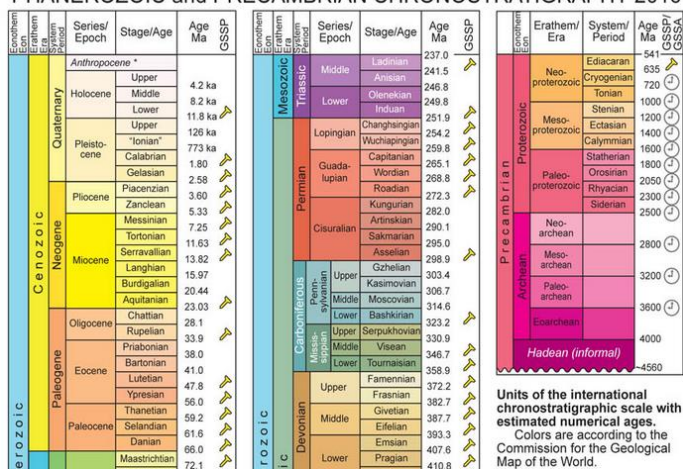
Příkladem mezinárodního standardu může být dokument *Infrastruktury pro prostorové informace v Evropě (INSPIRE) Data Specification on Geology* z roku 2013 (INSPIRE, 2013). Dokument popisuje z velké části datový model pro sběr a správu dat s geologickou tematikou. Jsou v něm v menší míře popsány i barvy či některé vybrané znaky. Ačkoliv se jedná o dokument INSPIRE, ČGS se jím striktně neřídí.

V oblasti barev existuje sdružení inženýrů *Geologic TimeScale Foundation*. Sdružení si klade za cíl popularizaci historie země a tvorbu obsahu pro vědecké a vzdělávací účely. Jsou zde ke stažení barevné stratigrafické stupnice (obr. 5) v RGB a CMYK barvách. Stratigrafická stupnice vyjadřuje znakem a barvou stáří jednotlivých hornin.

Tab. 3 Vybrané geologické organizace vytvářející standardy

Název	Webová adresa
Česká stratigrafická komise	http://www.geology.cz/stratigraphy/
Geologic TimeScale Foundation	https://engineering.purdue.edu/Stratigraphy/
International Commission on Stratigraphy	http://www.stratigraphy.org/
The Federal Geographic Data Committee	https://www.fgdc.gov/
Commision for the geological map of the world	https://ccgm.org/en/

PHANEROZOIC and PRECAMBRIAN CHRONOSTRATIGRAPHY 2016



Obr. 5 Stratigrafická stupnice

zdroj: <https://engineering.purdue.edu/Stratigraphy/charts/chart.html>

V roce 1910 vznikla *Commision for the geological map of the world* (CGMW). Tato nezisková vědecká asociace je organizována pod hlavičkou francouzské vlády. Členy jsou národní geologické služby jednotlivých států včetně České republiky. CGMW organizuje geologické mapování a výzkum větších územních celků (CGMW, 2014). Na webu CGMW je možné za poplatek stáhnout stratigrafické stupnice, které odpovídají stupnicím publikovaným organizací *International commission on Stratigraphy*.

Standardy v ČR

V České republice působila do roku 2013 Česká stratigrafická komise, která zajišťovala tvorbu stratigrafických tabulek, které přejímala od *International Commission on Stratigraphy* (ICS) a upravovala je pro použití v České republice. Členové této komise byli především pracovníci České geologické služby a Ústavu geologických věd (ČGS, 2013).

Česká geologická služba na svých stránkách neuvádí, zda dodržuje některé konkrétní standardy, nebo používá své vlastní. Pouze v dokumentu *Legend (key) to geological map* (ČGS, 2009b) je uvedeno: “Colours in geological maps should come out from international standards”. Při ústním rozhovoru s vedoucím mapového oddělení Otmarem Petyniakem (19. 6. 2018) bylo zjištěno, že ČGS nepoužívá žádné zahraniční standardy, ale vytváří si své vlastní. Porovnání znakových klíčů včetně znakového klíče ČGS je možné nalézt v kapitole 3.7.

3.5 Hodnocení map pomocí eye-trackingu

Geologie jako samostatný vědní obor je poměrně mladý a jeho počátky sahají do 18. století. V posledních letech díky rozvoji technologií se i do tohoto jinak poměrně ustáleného oboru začínají dostávat nové technologie. Zatím nebyla publikována žádná studie zabývající se hodnocením geologických map pomocí ET nebo hodnocením geologických map z pohledu kognitivní kartografie.

Hlavní výzkum práce se dá rozdělit do třech částí realizovaných ET testů: testování pomocí ET brýlí, testování mapové aplikace a klasický ET test naskenovaných papírových map. Ke každé z těchto částí byly publikovány studie na příbuzné téma.

Eye-tracking brýle

Výzkum pomocí eye-tracking brýlí je poměrně komfortní z pohledu respondenta, kdy není omezen v pohybu a test tak může být prováděn přímo v terénu. Tato technologie proto bývá často využívána při výzkumu v oblasti sportu nebo například na zvířatech (Popelka, 2018). V roce 2017 byl publikován článek, popisující téměř 60 studií z této oblasti. Souhrnné výsledky však ukázaly, že pouze přibližně 40 % těchto studií bylo realizováno v terénu, ostatní byly realizovány v laboratoři (Kredel 2017, in Popelka 2018).

V roce 2013 vyšel článek (Maltese a kol., 2013), ve kterém se autoři zabývali použitím ET brýlí v geologii. V rámci výzkumu několik vybraných studentů dostalo brýle za účelem zaznamenávat jejich práci během terénního cvičení z geologie. Cílem bylo odhalit, čemu a jakým způsobem věnují studenti během cvičení pozornost. Například jak často používají mapu apod. V závěru autoři zachytili problém při používání ET brýlí, který souvisí s obtížnou kalibrací uživatele na cíle v nestejně vzdálenosti pohledu (mapa, lektor, skála v terénu aj.). Pro relevantní výsledky a dobrou přesnost, by musel být uživatel několikrát kalibrován v průběhu testování. Ve výsledku tak spíše sledovali pohled uživatelů díky zaznamenanému videu než samotná data o pohledu.

Blažková (2018) ve své bakalářské práci *Hodnocení preferencí uživatelů tištěných map* použila ET brýle pro svůj výzkum. Během výzkumu testovala uživatele přímo v prodejně map, kde si uživatele vybírali produkt dle své volby. Druhá část experimentu se odehrávala v místnosti, kde uživatelé plnili úkoly nad mapou. Autorka poukazuje na přínos ET brýlí, jako nástroje pro práci mapou jako jedním celkem. Turistické mapy velkých formátů jsou obtížně umístitelné na monitor a nepříliš vhodné pro klasické ET testování. Autorka zjistila, že uživatelé preferují více mapu, ve které se jim lépe řešily úkoly než tu, která splňuje všechny jejich preference.

Hodnocení mapové aplikace

Hodnocení mapových aplikací ve spojení s technologií eye-tracking se zabývalo mnoho studií (Brychtová a kol. 2013, Ooms a kol. 2015, Nėtek 2015, Hujňáková 2018). Nėtek (2015) se v části své disertace zaměřil na testování User Experience (UX) a provedl A/B testování na vzorku 12 respondentů. Porovnával design vybraných tlačítek nebo provedení bodových znaků webové mapy.

Hujňáková (2018) v diplomové práci hodnotila webové mapy o počasí jak z pohledu funkčnosti a práce, tak z pohledu porovnání dvou skupin uživatelů (expertů a laiků). Jeden z faktů, které z práce vyplynuly, byl, že experti měli větší tendenci prozkoumávat webové mapy z pohledu funkcionality oproti laikům, kteří se soustředili spíše na samotné mapové pole a jeho obsah. Autorka také zpracovala SWOT analýzu aspektů webových map (obr. 6) na základě ET experimentu, dotazníků a rozhovorů s účastníky testování.



Obr. 6 SWOT analýza aspektů webových map
zdroj: (Hujňáková, 2018)

Expert vs laik

Diplomová práce se zabývá porovnáváním čtení geologických map geology a negeology. Tyto dvě skupiny představují skupiny expertů a laiků dle odborného zaměření. Výzkumem porovnávajícím čtení mapy experty a laiky se zabývali např. Ooms a kol. (2014), Brychtová a Coltekin (2016), Beitlová (2017).

Beitlová (2017) se ve své diplomové práci zabývala zjišťováním kartografické gramotnosti u třech skupin respondentů: právníků, expertů a administrativních pracovníků. V průběhu studie použila jak metodu dotazníku, tak také ET experiment. Zjistila, že experti měli vyšší úspěšnost při řešení úkolů než zbylé dvě skupiny o 14 %. Autorka odhalila statisticky významné rozdíly mezi skupinami pouze u práce s ortofotomapou, se kterou experti pracují častěji než zbylé skupiny.

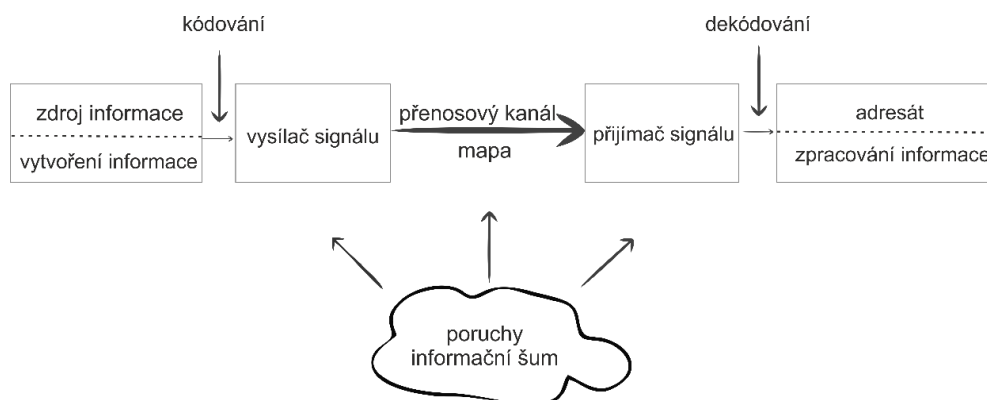
Brychtová a Coltekin (2016) se v článku zabývali porovnáním dvou variant legendy půdních map. Studie se zúčastnilo celkem 19 osob rozdělených do třech skupin: expertů (5), občasných uživatelů (6), laici (8). V testu byly dvě varianty řazení legendy: podle alfanumerických znaků a podle barev. Bylo zjištěno, že organizace legendy nehraje příliš velkou roli a preference uživatelů byla rozložena přibližně rovnoměrně.

Příkladem práce zabývající se výzkumem expert vs laik, může být diplomová práce Hanzelky (2012). Hanzelka ve své diplomové práci porovnával strategii čtení map mezi kartografy a nekartografy, či mezi muži a ženami. Ve své práci využíval výsledky již uskutečněných studií na KGI-UPOL. Hanzelka zjistil, že mezi muži a ženami nejsou významnější rozdíly a obě skupiny čtou mapy podobným způsobem.

3.6 Čtení mapy

Během posledních let je produkováno stále více kartografických produktů, proto je důležité zaměřit se na výzkum užití map. Pomocí výsledků tohoto výzkumu mohou být mapy dále zdokonalovány a uzpůsobeny uživatelům (Popelka, 2018). Přelomovou prací v oblasti kognitivní kartografie byla kniha *The look of maps* (Robinson, 1952), na kterou navazovaly další práce věnující se designu map a kognici v kartografii. Montello (2002) zahrnuje pod pojem kognice další pojmy např.: percepci, učení, myšlení a komunikaci. Důležité je rozlišovat mezi percepcí a kognicí mapy. „Percepci (vnímání) lze definovat jako organizaci a interpretaci senzorických informací. V kartografii percepce souvisí s primární reakcí uživatele na mapové vyjadřovací prostředky“ (Popelka 2018, s. 39). Percepce je součástí kognice, která zahrnuje celkový proces myšlení a prekoncepty uživatele. Percepcí a kognicí v oblasti kartografie se věnovala např. práce Šašinky (2012).

Čtení mapy může být popsáno tzv. modelem kartografické komunikace. Významné modely kartografické komunikace vytvořili např. Koláčný (1969) a Morrison (1977). Jednoduchý komunikační model je vyobrazen v knize *Kartografie 1* (Hojovec a kol., 1987). Na schématu (obr. 7) je znázorněn přenos informace od zdroje přes přenosový kanál (mapu) až k uživateli, který musí nejprve dekódovat informaci a následně ji zpracovat. Během přenosu informace od kartografa k adresátovi může dojít k vmísení informačního šumu v průběhu celého procesu. Při čtení mapy jsou uživatelem informace dekódovány a na základě jeho předchozích zkušeností může být informace znovu zkusena. Velmi obtížně tak čtenář získá z mapy takové informace, které do ní kartograf vložil.



Obr. 7 Model kartografické komunikace
Upraveno podle (Hojovec a kol., 1987 in Beitlová 2017)

Pravda (Pravda 2003, s 94 in Mana 2008) uvádí následující definici čtení mapy: „*čtení mapy je proces pochopení jejího obsahu pomocí mapového jazyka, jeho vyjadřovacích prostředků a způsobu jejich používání*“.

3.7 Srovnání znakových klíčů

Hodnocením znakových klíčů geologických map se dosud žádná z nalezených prací nezabývala. Otevřelová (2012) hodnotila znakové klíče vybraných školních atlasů. Příkladem může být práce Zhang a Qingwen (2008), kteří hodnotili kartografické znaky v krizových mapách pro lesní požáry.

Pravda (2006) uvádí, že kartografický znak je základním vyjadřovacím prostředkem jazyka mapy. Tato grafická jednotka má dvě základní vlastnosti: určitý význam a svoji prostorovou lokalizaci. Pravda (2006) dále uvádí, že v případě kolidace dvou pojmů (mapový znak, mapová značka) je lépe používat spojení mapový znak. Mapové znaky se dají rozdělit na několik kategorií podle způsobu reprezentace. Voženílek, Kaňok a kol. (2011) uvádějí následující kategorie a parametry kartografických znaků:

- **bodové znaky:** tvar, velikost, struktura, výplň, orientace,
- **liniové znaky:** struktura, tloušťka, barva a orientace,
- **plošné znaky:** výplň a obrys.

Znakový klíč

Voženílek, Kaňok a kol. (s 157–158; 2011) definují znakový klíč jako: „*konkrétní aplikaci jazyka mapy na konkrétní úlohu tvorby mapového díla, tedy jako soubor všech kartografických znaků použitých v mapě. Často bývá zaměňován s pojmem legenda. Legenda je oproti znakovému klíči kompoziční prvek, obsahující jednoduchý, uspořádaný*

přehled všech znaků znakového klíče nebo jen znaků tematického obsahu.“ Tvorba znakového klíče tak předchází procesu tvorby legendy.

Tvorba znakového klíče je značně složitá problematika. Před jeho tvorbou je nutné studium literatury a dříve použitých znakových klíčů. Poté je možné přistoupit k návrhu znakového klíče (Bláha a Hudeček, 2007). Do konečné podoby znakového klíče značně promlouvá grafický styl jeho tvůrce a účel dané mapy.

V rámci diplomové práce byly pro porovnání znakových klíčů vybrány pouze bodové a liniové znaky. Pro porovnání byly vybrány tři dostupné znakové klíče od geologických služeb ČGS, USGS a British Geological Survey (BGS). Definice znakového klíče geologických map nebývá příliš často veřejně dostupným dokumentem. Jedná se o know-how každé geologické služby.

Problém s porovnáváním jednotlivých znaků nastává v okamžiku, kdy je nutné vyhledat vybraný mapový znak ve znakovém klíči zahraniční geologické služby. Český název znaku je nejdříve nutné přeložit a následně k němu vyhledat cizí ekvivalent. K překladu je žádoucí použít specializovaných geologických slovníků. V případě překladu z českého jazyka do anglického je vhodnou aplikací *Anglicko-český a česko-anglický slovník*⁵ od ČGS. Aplikace je obohacená elektronická verze tištěného slovníku Zemana a Beneše (1985).

Existuje i celá řada tištěných anglicko-českých slovníků například Vedral (2002) nebo Zeman a Beneš (1985). Nevýhodou těchto slovníků je, že nemají česko-anglickou verzi a jsou pouze jednosměrné.

3.7.1 Vybrané znakové klíče geologických map

Geologické znakové klíče standardně nejsou publikovány a jejich podoba není jednotná, proto je obtížné provést jejich komplexní analýzu. K základnímu srovnání znakových klíčů byly vybrány tři znakové klíče, které bylo možné volně stáhnout z webových stránek nebo byly poskytnuty na základě dohody s ČGS. Každý z těchto klíčů je rozdílný jak způsobem zpracování, tak samotným obsahem.

Znakový klíč ČGS

Dle odborné konzultace s Mgr. Otmarem Petyniakem a dr. Zuzanou Krejčí, je tento znakový klíč neustále ve fázi vývoje a jeho finální podoba nebyla dokončena. Pro běžné uživatele není dostupný, jedná se o interní dokument. Pro účely práce byly poskytnuty tři části znakového klíče ve formátu PDF:

- hydrogeologie,
- ložisková geologie,
- obecná geologie.

Vzhledem k faktu, že znakový klíč od ČGS nebyl poskytnut v celé své šíři, nedá se charakterizovat a porovnávat jako celek s ostatními znakovými klíči. Dle vyjádření ČGS jsou základem pro symbologii styly v *ArcMap*. Bodové znaky představují *Character Marker Symbol* a vychází z několika *True type fontů* (TTF). Ukázka struktury znakového klíče ČGS (obr. 8).

⁵ Anglicko-český a česko-anglický slovník, *Česká geologická služba* [online]. [cit. 2019-04-21]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/aplikace/encyklopedie/g Slov.pl>

BODY

POŘADÍ	KARTO KÓD	ZNAK	SYMBOL	POPIS V LEGENDĚ	ZPŮSOB UMÍSTĚNÍ / POZNÁMKA	TECHNICKÉ PARAMETRY				MAPA
						TYP	TTF STYL	COLOR	VELIKOST v bodech/mm	
1	DG110	A	⊥	vrstevnatost		bod		000	12/4,233	schémata, GEO, TEK
2	DG111	B	⊕	vrstevnatost subhorizontální		bod		000	12/4,233	schémata, GEO, TEK
3	DG112	C	⊕	vrstevnatost subvertikální		bod		000	12/4,233	schémata, GEO, TEK
4	DG113	D	⊕	vrstevnatost v překročné pozici určené na základě sedimentárních struktur		bod		000	12/4,233	schémata, GEO, TEK

Obr. 8 Výřez znakového klíče ČGS

Znakový klíč BGS

Znakový klíč je volně ke stažení na webových stránkách BGS a vyšel jako tištěná publikace (Mawer, 2002). Konkrétně se jedná o 3. vydání navazující na předchozí verze z let 1997 a 1999. Znakový klíč je rozdělen na tři části: bodové, liniové a plošné znaky. V úvodu znakového klíče je definováno, v jaké velikosti a pro jaké měřítko mapy mají být uvedené znaky vyhotoveny.

Znakový klíč BGS obsahuje pouze pět sloupců (obr. 9). Oproti znakovému klíči ČGS nebo USGS zde není uvedena velikost, barva nebo font pro použití znaku.

Velikost znaku je zde uváděna v úvodu dokumentu pro dvě varianty mapy. Pro mapu v měřítku 1 : 10 000 a pro mapu v měřítku 1 : 25 000. Je zde uveden rozměr jako standardní délka znaku 4 respektive 3 mm. Jako rozměr hlavního těla znaku bez doprovodného textu.



CLASSIFICATION	DESCRIPTION	REF NAME	SYMBOL	FONT & KEYSTROKE NO.
<u>GLACIAL DEPOSITS</u> <u>Glaciofluvial Deposits (continued)</u>	Irish Sea Ice Sheet (sheet deposits)	GFL_IT	⊕ ST	BGSGlacial 0180
	Irish Sea Ice Sheet, undifferentiated	GFL_I	⊕	0181
	Lowestoft Formation	GFL_L	⊕	0163

Obr. 9 Výřez znakového klíče BGS

Znakový klíč USGS

Jak bylo uvedeno v kapitole 3.4, tak napříč geologickými službami po celém světě nepanuje jednotná metodika mapování a jednotné geologické znaky. Ale právě znakový klíč USGS je mnoha státy a geologickými službami přejímán a brán jako standard. Znakový klíč USGS byl vydán v publikaci (FGDC, 2006) společně s doprovodnými částmi včetně souborů v *PostScript* formátu a implementace pro *ArcGIS Online*. Znakový klíč USGS je ve své definici nejvíce podrobný oproti klíčům ČGS a BGS. Nejen co se týká počtu znaků, tak také definice způsobu provedení (obr. 10).

26—GEOHYDROLOGIC FEATURES (continued)

REF NO	DESCRIPTION	SYMBOL	CARTOGRAPHIC SPECIFICATIONS*	NOTES ON USAGE*
26.2—Springs				
26.2.1	Spring, type of use unspecified		all lineweights .15 mm draft "tail" as shown circle diameter 1.75 mm	Rotate "tail" to point in direction of flow. May also be shown in cyan, red, or other colors.
26.2.2	Unused spring		bar lineweight .3 mm circle and "tail" lineweight .2 mm $\phi \sim 3.725 \text{ mm}$	

Obr. 10 Ukázka znakového klíče USGS

3.7.2 Bodové znaky

K porovnání bodových znaků byly vybrány dva příklady. Znaky byly zvoleny po konzultaci s pracovníky KG-UPOL, s přihlédnutím na jejich výskyt v geologických mapách. Jednotlivé varianty znaku byly vybrány dle uvážení autora, podle co možná největší významové podobnosti. Na znaky bylo nahlíženo ve dvou rovinách: slovní definice znaku a samotné grafické provedení.

Znaky od ČGS nemohly být přesně provedeny, protože nebyl k dispozici příslušný TTF pro přesnou replikaci. Obdobně i znaky ze znakového klíče BGS byly vytvořeny pouze na základě vyobrazení a informace o velikosti v úvodu znakového klíče. Grafické podoby znaků jsou proto orientační a slouží k obecnému vizuálnímu porovnání.

Lom

Na příkladu znaku lomu se projevují značné rozdíly mezi znakovými klíči. Znakový klíč od BGS, který je nejméně podrobný, uvádí jen čtyři varianty znaku pro lom. Oproti zbylým znakovým klíčům, kde je hned několik znaků lomu, rozlišeného podle dalších atributů. Problém nastal při porovnání významu znaku. Ve znakových klíčích je poměrně strohý popis významu. Pro znak lomu byly vybrány tři znaky s následující slovní definicí (tab. 4).

Tab. 4 Slovní označení znaku lom

ČGS	BGS	USGS
<i>Lom v provozu</i>	<i>Pit or mine shaft</i>	<i>Open pit, quarry, or glory hole</i>

Z hlediska kartografie a obecných aspektů sygmatického a pragmatického je poměrně jednoznačný a nejlépe provedený znak USGS (obr. 11). Hornická kladiva rychle evokují v uživateli vztah znaku k hornictví. Znaky ČGS a BGS jsou z hlediska aspektů problematické a uživatel by mohl mít problém při jejich interpretaci.



Obr. 11 Varianty znaku lom. (zvětšeno 200 %)

Pramen

U znaku pro pramen se projevil nejvíce rozdíl v odlišném zpracování znakových klíčů. BGS ve svém znakovém klíči uvádí jediný znak pro označení pramene. Oproti tomu USGS definuje více než 20 symbolů pro znak pramene. Obdobně i ČGS definuje pro geologickou

mapu přibližně 10 variant znaku pro pramen, rozlišeného dle dalších atributů. Slovní popis vybraných znaků pro pramen je uveden v tabulce 5.

Tab. 5 Slovní označení znaku pramen

ČGS	BGS	USGS
<i>Pramen prosté podzemní vody</i>	<i>Spring or group of springs</i>	<i>Spring, type of use unspecified</i>

Příklad grafického provedení vybraných variant znaku vyjadřující pramen je na obrázku 12. Znak jednotlivých geologických služeb jsou vizuální podobou velmi podobné. Všechny znaky se skládají ze symbolu kružnice a vlnovky případně šipky. U BGS není možné určit syntaktický aspekt znaku v rámci znakové sady, protože v celém dokumentu je pouze jedna varianta. Z pohledu sémantického a pragmatického aspektu jsou na tom jednotlivé znaky obdobně a vyhovují těmto aspektům.



Obr. 12 Varianty znaku pramen (zvětšeno 200 %)

3.7.3 Liniové znaky

Pro srovnání liniových znaků byly vybrány dva znaky s ohledem na četný výskyt v geologických mapách. V písemném vyjádření uvedl Otmar Petyniak, že se jedná o jedny z nejčastějších liniových znaků. Jejich grafická podoba nemohla být zcela přesně vyobrazena z důvodů, které byly uvedeny v podkapitole 3.7.1.

Zlom předpokládaný

Jedním z nejčastějších liniových znaků na geologických mapách je předpokládaný zlom. Slovní specifikace je však u každého klíče různá a nelze tyto pojmy doslovně přeložit (tab. 6).

Tab. 6 Slovní označení znaku zlom předpokládaný

ČGS	BGS	USGS
zlom nespecifikovaný předpokládaný	Fault, normal inferred	Fault, planetary, sense of offset unspecified— Location approximate

Grafické provedení liniového znaku pro lom je u všech klíčů podobné (obr. 13). Znak ČGS a USGS jsou svým provedením velmi podobné. Znak BGS má podobnou strukturu, ale má navíc krátkou kolmou úsečku.



Obr. 13 Přibližná podoba znaku předpokládaný zlom

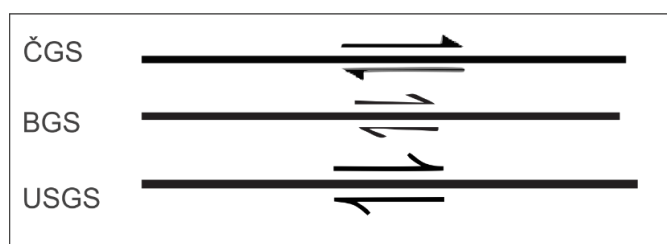
Horizontální posun

Dalším liniovým znakem, který byl porovnáván, byl „horizontální posun“. Tento znak není již tak zcela běžným. ČGS ve svém klíči specifikuje přibližně 20 variant různých znaků pro posun. USGS jich uvádí jen 8 a ve znakovém klíči BGS je možné najít jediný znak pro tento typ geologického jevu. Slovní popis vybraných znaků pro horizontální posun (viz tab. 7).

Tab. 7 Slovní popis znaku horizontální posun

ČGS	BGS	USGS
<i>horizontální posun s pravostranným pohybem zjištěný</i>	<i>Fault, strike-slip</i>	<i>Strike-slip fault, right-lateral offset—Identity and existence certain, location accurate. Arrows show relative motion</i>

Grafické provedení jednotlivých znaků je velmi podobné a jde o linii se dvěma šipkami. Horní šipka směřuje ve směru posunu. U znaku BGS není uvedeno, zda se jedná o levostrannou či pravostrannou variantu. Všechny znaky jsou vyobrazeny na obrázku 14.



Obr. 14 Přibližná podoba znaku pro posun

4 DOTAZNÍK

On-line dotazníkové šetření, které bylo použito v začátcích výzkumu této práce, bylo realizováno pomocí aplikace *Google Forms*. Dotazník si kladl za cíl získat informace o tom, kdo a jak často, případně v jaké formě využívá geologické mapy. V první fázi bylo od pracovníků ČGS a KG-UPOI zjištěno, kdo jsou uživatelé geologických map z řad veřejnosti. Díky tomu mohl být dotazník zaslán lidem, u kterých se předpokládalo, že s geologickými mapami nějakým způsobem pracují. Dotazník byl použit především kvůli možnosti sběru vysokého množství dat napříč územím České republiky. Z důvodu míření na úzkou cílovou skupinu byl dotazník distribuován pomocí metody direct email, kdy byl respondentům zaslán odkaz na dotazník v emailu.

4.1 Obsah dotazníku

Dotazník byl v první fázi otestován a rozeslán 10 respondentům. Z deseti rozeslaných dotazníků se vrátili vyplněné pouze čtyři. Poté bylo možné předpokládat, jakou přibližnou návratnost bude mít dotazník. Na základě reakcí respondentů, kteří mohli odpovědět v poslední otevřené otázce, byl dotazník z části pozměněn a jeho struktura byla rozdělena tak, aby respondenti mohli odpovědět v co nejkratším čase.

Dotazník se skládal ze dvou sekcí a celkem sedmi otázek. Cílem bylo především zjistit, jak často používají uživatelé geologické mapy ke své práci a také v jaké formě jsou tato geologická data. V závěru dotazníku byla položena otázka s otevřenou odpovědí. Tato otázka přinesla možnost větší interakce a pochopení odpovědí respondentů. Všechny otázky z dotazníku jsou ve vázané příloze 1.

4.2 Vyhodnocení dotazníku

Dotazník byl rozeslán 183 respondentům a byl vyplněn celkem 66 respondenty. V případě, že by respondenti pocházeli pouze ze skupiny kontaktů oslovených autorem práce, návratnost dotazníku by představovala přibližně 36 %. Tabulka 8 ukazuje počet respondentů, kteří vyplnili dotazník.

Tab. 8 Oslovení respondenti (kteří vyplnili dotazník)

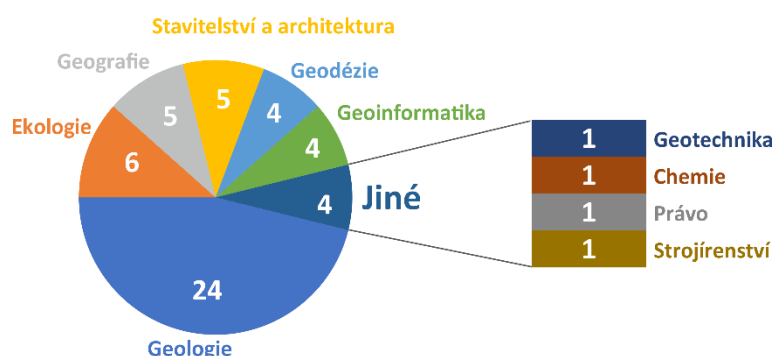
Pracovní pozice	Počet
Geolog	24
Pracovník odboru životního prostředí	12
Geoinformatik	12
Pracovník odboru územního plánování	11
Pracovník stavebního odboru	4
Ekolog	3

Největší část respondentů, kteří vyplnili dotazník, tvořili geologové. U této skupiny se potvrdilo, že s geologickými mapami pracují velmi často. Až na jednoho geologa všichni pracují s mapami denně nebo několikrát do týdne.

Zajímavé zjištění přinesl rozbor vzdělání respondentů, kteří využívají geologické mapy (obr. 15). Z grafu je patrné, že s geologickými mapami vstupují do kontaktu uživatelé, kteří nemají patřičné odborné vzdělání a s geologií se během studia setkali spíše

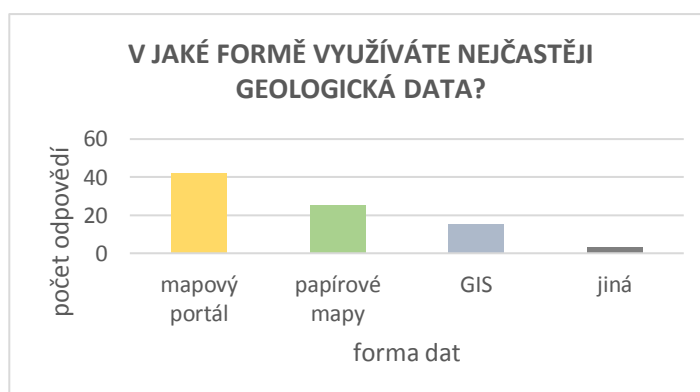
okrajově. Zajímavý byl i případ respondenta který vystudoval právo, ale nyní pracuje na odboru životního prostředí a používá ke své práci geologické mapy.

OBOR VZDĚLÁNÍ UŽIVATELŮ GEOLOGICKÝCH MAP



Obr. 15 Vzdělání respondentů používajících geologické mapy

Na otázku „V jaké formě využíváte nejčastěji geologická data?“ mohli respondenti vybírat z více možností. Z odpovědí vyplynulo, že nejčastější formou je mapový portál od ČGS (obr. 16), zejména pro jeho snadnou dostupnost široké veřejnosti. Druhá nejčastější forma byla možnost papírové mapy.



Obr. 16 Odpověď na otázku č. 4 z dotazníkového šetření

Otevřená odpověď

Poslední otázka dotazníku byla „Co Vám nejvíce vadí při práci s geologickými mapami?“. Na tuto otázku mohli respondenti odpovědět pomocí otevřené odpovědi. Odpovědi byly různého zaměření. Týkaly se jak samotného portálu, tak například hodnocení zpracování map či jejich osobních pocitů. Odpovědi byly rozděleny do kategorií podle jejich obsahu (viz příloha 2).

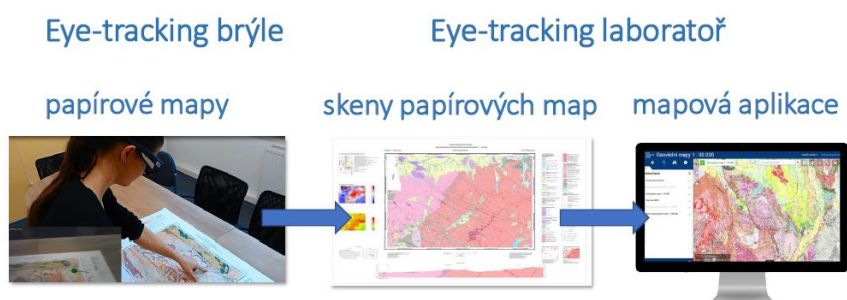
Respondenti se v odpovědích nejvíce zaměřovali na barevné provedení map nebo na nedostupnost některých mapových listů. Některé odpovědi byly zaměřené na funkční problémy mapové aplikace. Odpovědi přinesly cenný zdroj informací a byl na ně brán zřetel v dalších částech diplomové práce.

5 EYE-TRACKING TESTOVÁNÍ

V části ET testování byly provedeny tři experimenty:

- *ET brýle*
- ET laboratoř
 - *Skeny papírových map*
 - *Mapová aplikace*

Všichni respondenti se až na výjimky zúčastnili všech částí testování. Jednotlivé experimenty jsou blíže představeny v jednotlivých podkapitolách 5.1, 5.2 a 5.3. Průběh testování je znázorněn na obrázku 17.

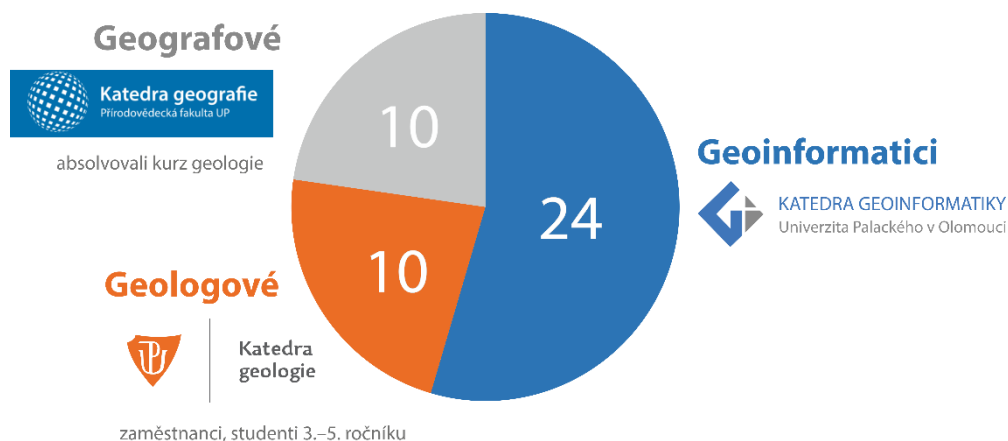


Obr. 17 Průběh ET testování

Respondenti

Respondenti byli vybráni na základě konzultace s vedoucím diplomové práce a také částečně dle výsledků dotazníku. Jako respondenti byli voleni lidé, kteří pracují s geologickými mapami, nebo se u nich předpokládá možnost práce v budoucnu. Určení počtu a složení respondentů je obtížný proces, který je závislý na aktuálních možnostech (Bojko 2012 in Popelka 2018). Celkově byly vybrány tři skupiny: studenti KGI-UPOL, studenti a pracovníci KG-UPOL a studenti Katedry geografie Univerzity Palackého v Olomouci. Počet respondentů v jednotlivých testech kolísal, protože některá data musela být odstraněna nebo se všichni respondenti nezúčastnili všech testů. Počet respondentů, kteří se zúčastnili testování je znázorněn na obrázku 18.

Respondenti byli rozděleni do tří skupin dle vzdělání. V dalších kapitolách jsou skupiny označovány následujícími zkratkami: **GEOL** (geologové), **GEO** (geografové), **GIS** (geoinformatici). Skupina GEOL tak představovala geology. Skupina GIS reprezentovala negeology, protože respondenti neprošli geologickým kurzem. Skupina geografů byla zvolena tak, aby testování jedinci absolvovali kurz geologie. Kromě jednoho respondenta tímto kurzem všichni prošli. Nebylo však možné tuto skupinu jednoznačně přiřadit do skupiny geologů či negeologů. Proto byli respondenti po celou dobu testování rozdělení do skupin dle odborného vzdělání.



Obr. 18 Počet všech účastníků testování

Respondenti jednotlivých skupin nebyli vybíráni pouze s ohledem na jejich oborovou specializaci, ale bylo zde přihlíženo také k dosažené úrovni kartografického vzdělání. Vzhledem k rozdílným studijním programům nelze dosáhnout, aby skupiny byly navzájem homogenní, co se týče kartografického vzdělání. Proto byli respondenti vybráni tak, aby byli homogenní alespoň uvnitř skupin. Skupina geoinformatiků, kromě jednoho respondenta, byla brána až od druhého ročníku, po absolvování dvou kurzů kartografie. Respondenti skupiny geografů všichni absolvovali stejný kurz kartografie. Skupina geologů nemá ve svém studijním programu zařazen kurz kartografie, ale všichni respondenti absolvovali kurz terénního mapování, ve kterém je učivo kartografie obsaženo. Všichni respondenti napříč skupinami absolvovali alespoň částečně kartografii, ale jejich kartografická znalost není stejná.

Důležité bylo stanovit i výsledný počet respondentů. Výpočet tohoto čísla pro mapovou aplikaci proběhl na základě konzultace s vedoucím práce a také pomocí kalkulačky *MeasuringU*⁶. Tuto kalkulačku použili a blíže popsali ve svých pracích např. Hradečný (2018), Hujňáková (2018) a Popelka (2018). Na základě zjištěných problémů během pilotního testování, byl proveden výpočet počtu respondentů pro mapovou aplikaci s výsledkem 13 respondentů. Testu se zúčastnilo celkem 42 respondentů a je tak možné považovat tento počet za dostatečný. Pro oba testy papírových map byl na základě konzultace s vedoucím práce stanoven počet respondentů 20 pro skupinu geologů a 20 pro skupinu negeologů. Počet geologů byl obtížně dosažitelný a testování se zúčastnilo pouze 10. Popelka (2015) srovnává nejvýznamnější kartografické ET studie, ve kterých pro každou skupinu expertů a laiků byl použit v práci Ooms a kol. (2014). Na základě výše zmíněných informací, může být konečný počet respondentů v diplomové práci považován jako dostatečný.

⁶ *Sample Size Calculator for Discovering Problems in a User Interface* [online], [cit. 2019-05-06]. Dostupné z: https://measuringu.com/problem_discovery/

5.1 ET brýle

Testování pomocí ET brýlí bylo použito zejména z důvodu možnosti otestovat geologickou mapu jako jeden celek. Mapový list má velké rozměry a při testování a promítání stimulu na monitor je nutné dělat výřezy. Není tak možné otestovat mapu jako jeden celek. Tento typ zařízení se hodí zejména pro testování z oblasti sportu či přímo v „terénu“ (Popelka, 2018) nebo právě pro testování map velkých rozměrů.

Samotné testování probíhalo pomocí brýlí SMI Eye Tracking Glasses 2, které byly zapůjčeny Katedrou lingvistiky Univerzity Palackého. Zařízení zaznamenává obraz s frekvencí 60 Hz. Nevýhodou zařízení je způsob vyhodnocení, který je oproti záznamu nad pomocí stacionárního eye-trackeru složitější.

Průběh experimentu

Testování pomocí ET brýlí je pro uživatele velmi komfortní. Stačí si pouze nasadit brýle a řešit zadané úkoly. K záznamu dat je nutné mít brýle připojeny pomocí USB konektoru k chytrému telefonu a ke zdroji energie (*power bance*). V průběhu testování byl jako telefon použit upravený Samsung Galaxy S4 s nainstalovanou ovládací aplikací. Průběh testování je znázorněn na obrázku 19. V levém dolním rohu je výřez záznamu obrazu snímaného ET brýlemi se zeleně vyznačeným místem fixace pohledu respondenta.



Obr. 19 Respondent během testování s ET brýlemi

5.1.1 Příprava experimentu

Experiment byl rozdělen do dvou částí: **volné prohlížení a řešení úkolů**. K testování byly vybrány dvě geologické mapy v měřítku 1 : 25 000. Jednalo se o mapové listy Zm_25_03-324 Turnov a ZM_25_03-413 Semily. List Turnov byl zvolen s ohledem na jeho složení, kdy se na území rozkládá kvartérní pokryv, tak část předplatformních útvarů. Tento list byl použit pro část volného prohlížení. Mapový list Semily byl vybrán pro řešení úkolů zejména pro geologickou stavbu území, která je rozmanitá a také proto, že obsahoval přehled geomagnetických anomálií. Vzhledem k tomu, že tento test absolvovali respondenti jako první, byly úkoly zvoleny tak, aby se co nejméně opakovaly s dalšími v následujícím experimentu a bylo tak zamezeno learning efektu.

Kalibrace

Před testováním musela být provedena kalibrace zařízení. Byla použita jednobodová kalibrace za pomoci kalibrační podložky (listu papíru A4 s pěti vytištěnými černými

čtverci). Pro nejlepší výsledky je nutné kalibraci provádět v pozici, ve které se bude respondent na mapu dívat.

Export dat

RAW data z brýlí bylo nutné před zpracováním stáhnout do PC a nahrát je do programu *BeGaze 3.7*. Zde byl vytvořen experiment a následně byla exportována videa se záznamem pohybu očí respondenta.

Volné prohlížení

Část volné prohlížení byla realizována na mapovém listě ZM_25_03-342 Turnov. V této části si měli respondenti pouze prohlédnout mapový list a neřešili zde žádné úkoly. Respondenti zde nebyli časově omezeni a bylo na nich, jak dlouho si budou mapu prohlížet.

Řešení úkolů

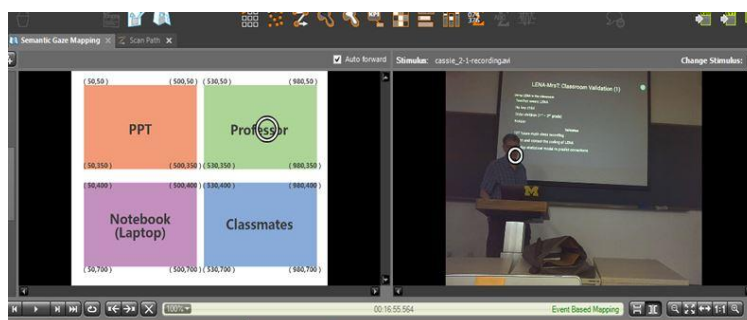
Ve druhé části, která byla realizována nad mapovým listem ZM_25_03-413 Semily, řešili respondenti pět úkolů. Žádný úkol nebyl omezen časovým limitem. Zadání bylo respondentům čteno operátorem testu, aby nedocházelo ke zbytečnému rozptylování respondenta čtením otázek. Otázky byly čteny vždy ve stejném pořadí a jejich řazení bylo následující:

1. „V jakém souřadnicovém systému byla mapa vytvořena?“
2. „Jaké dvě geologické jednotky se nacházejí na území mapového listu?“
3. „Jaká hornina převažuje v menší z jednotek?“
4. „Najděte na mapě území s četným výskytem sesuvů.“
5. „Jaká hornina převažuje na území s nejvyšší amplitudou geomagnetických anomálií?“

Otázky byly pokládány tak, aby respondenti při řešení těchto úkolů využili co nejvíce doprovodných prvků v mapě a během řešení úkolů postupovali od lehčích po těžší úlohy. Test byl sestaven nejen za účelem zjištění, zda respondenti dokáží najít správnou odpověď, ale také za účelem odhalení strategie, s jakou odpovědi hledají.

5.1.2 Zpracování naměřených dat

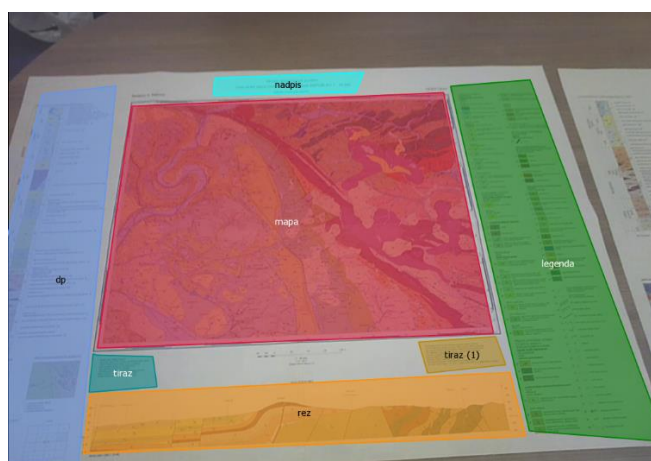
Nevýhodou dat naměřených pomocí ET brýlí je jejich náročné zpracování. Oproti statickým stimulům na monitoru, u ET brýlí se poloha stimulů neustále mění a pro každého respondenta je jedinečná. K vyhodnocení se používá např. metoda *Semantic Gaze Mapping* (SGM), při které operátor prochází zaznamenaná videa a paralelně má otevřené okno s AOI (obr. 20). Podle místa respondentova pohledu, kliknutím na referenční obrázek přiřadí fixace do příslušného AOI.



Obr. 20 Semantic gaze Mapping (Han, 2018)

Data se vztáhnou ke statickému obrázku a je tak možné spočítat celkový čas strávený v jednotlivých AOI. Alternativou může být pokročilejší technika *Automatic Semantic Gaze Mapping*. Technologiím automatického zpracování dat z mobilních ET zařízení se věnuje studie Wolfa a kol. (2018).

ET laboratoř KGI-UPOL nedisponuje možnostmi výše uvedených analýz, proto byla výsledná videa procházena autorem práce manuálně. K tomuto účelu byl použit tabulkový procesor Microsoft Excel 2016, ve kterém byly zaznamenány jednotlivé údaje do tabulky (viz adresář *data/et_bryle.xls* v příloze 6 DVD). Do takto zaznamenaných dat může být zanesena chyba či nejistota při zpracování. Autor práce proto přistoupil k pokusu, tato data z části ověřit pomocí tvorby AOI (obr. 21). Tvorbu AOI blíže popisuje Hujňáková (2018). Autorka však vytvářela AOI nad daty z webové aplikace. V tomto případě, kdy se obraz respondenta neustále pohybuje, je nutné tyto oblasti zájmu průběžně posouvat, zapínat a vypínat tak, aby korespondovala jejich poloha s obrazem ve videu.



Obr. 21 Tvorba dynamických AOI v zaznamenaném videu

Autor pro ukázkou zpracoval část volného prohlížení respondenta GIS_12. Tvorba dynamických oblastí zájmu pro tuto část trvala přibližně 50 minut, samotná část volného prohlížení 35 s. Tento způsob vyhodnocování by byl časově extrémně náročný, a proto se jej rozhodl autor nerealizovat. V tabulce 9 jsou vidět rozdíly mezi vyhodnocením pomocí dynamických AOI a manuálním vyhodnocením pomocí procházení videa.

Tab. 9 Srovnání způsobů vyhodnocení volného prohlížení respondenta GIS_12

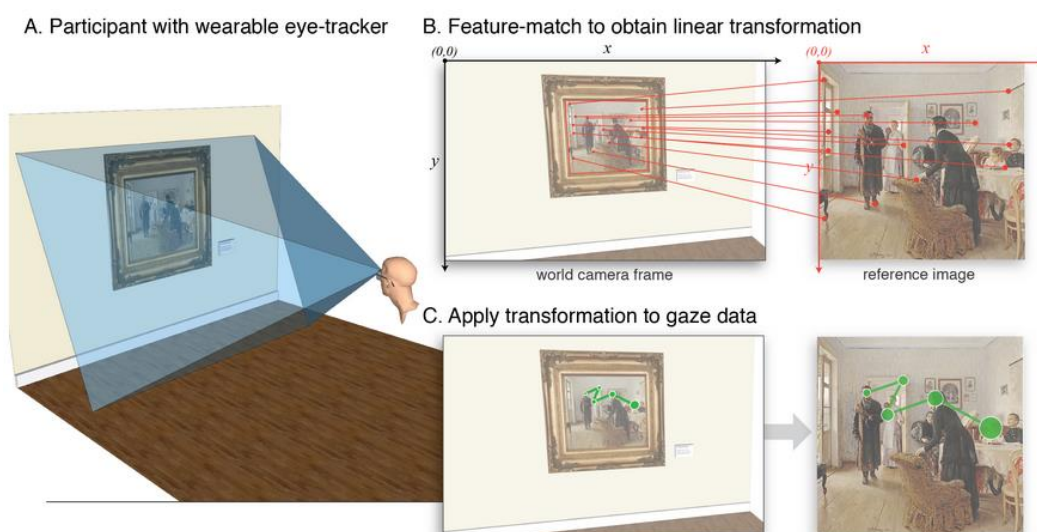
AOI	Manuální vyhodnocení [s]	Dynamické AOI [s]
Mapa	8	6,9
Legenda	14	14,2
Geologický řez	2	1,0
Schéma*	14	13,5

* litostratigrafické schéma, klad listů, přehled geologických jednotek

Mobile Gaze Mapping

Jak bylo zmíněno na začátku podkapitoly 5.1.2, zpracování dat z mobilních ET zařízení je obtížný proces a ET laboratoř na KGI-UPOOL nenabízí kromě dynamických AOI možnost, jak taková data zpracovávat. Autor se rozhodl použít k tomuto účelu open-source nástroj *Mobile Gaze Mapping*⁷. Hlavním výstupem nástroje je textový soubor se souřadnicemi fixací, které jsou vztaženy k referenčnímu obrázku s 2D polohou v časové řadě (obr. 22). Nástroj je napsán v jazyce Python za využití knihovny OpenCV a umožňuje zpracování dat ze třech druhů ET brýlí (Tobii, SMI ETG 2, PupilLabs). Blíže je tento nástroj popsán v článku (MacInnes a kol. 2018).

Skripty nástroje musely být před spuštěním opraveny a přizpůsobeny pro data z ET laboratoře. Vstupní data tvoří video záznam a textový soubor nezpracovaných dat.



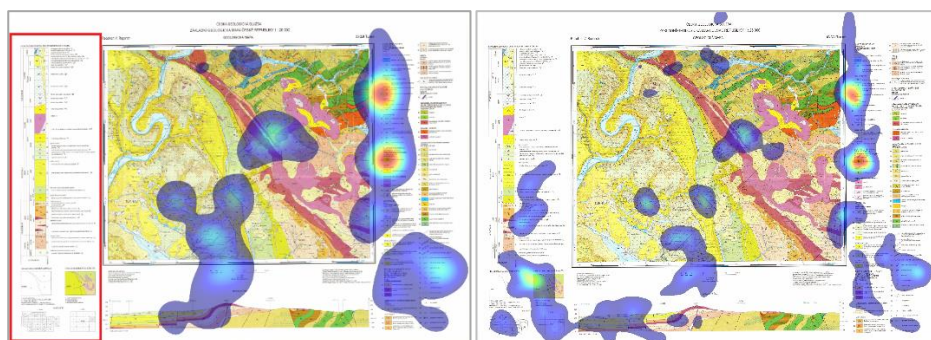
Obr. 22 Princip nástroje *Mobile Gaze-Mapping*
zdroj: (MacInnes, 2018)

Pro srovnání byl vybrán respondent GIS_12, který byl vyhodnocen pomocí dynamických AOI. Při použití nástroje byly odhaleny některé problémy. Vizualním srovnáním bylo zjištěno, že data nejsou někde přiřazena zcela korektně, zejména pokud byly horší světelné podmínky nebo se respondent zaměřil pouze na část mapového listu. V případě malé oblasti nebyl nástroj schopný přiřadit referenční obrázek k videozáznamu a některé oblasti nebyly zaznamenány. Tento problém je možné částečně eliminovat referenčním obrázkem s vyšším rozlišením společně s videozáznamem z brýlí za dobrých světelných podmínek.

Na obrázku 23 je červeným rámečkem vyznačena oblast, kde se respondent sice díval, ale nástroj nedokázal přiřadit jeho pohled k referenčnímu obrázku. V levé části je *attention map*, která byla vytvořena za použití referenčního obrázku s rozlišením (1392 x 1000 px). V pravé části za použití referenčního obrázku v rozlišení (2785 x 2000 px). V obou případech do výpočtu vstupovalo video v rozlišení 960 x 720 px.

⁷ Jeffmacinnes/mobileGazeMapping, *Github* [online]. [cit. 2019-04-27]. Dostupné z: <https://github.com/jeffmacinnes/mobileGazeMapping>

Skripty nástroje *Mobile Gaze Mapping a attention maps* pro všechny respondenty jsou přiloženy v adresáři *et_bryle/mobile_gaze_mapping* na DVD a na webových stránkách k diplomové práci⁸.



Obr. 23 *Attention maps* respondenta GIS_12 vytvořené pomocí nástroje *Mobile Gaze Mapping* vlevo referenční obrázek (1392 x 1000 px); vpravo referenční obrázek (2785 x 2000 px)

Výstupní textový soubor z nástroje *Mobile Gaze Mapping* může být importován do dalších software pro zpracování ET dat, například do software *OGAMA*. Před importem je však nutné upravit názvy sloupců tak, aby bylo možné data nahrát do vytvořeného projektu.

Volné prohlížení

Údaje z části volného prohlížení byly zaznamenávány pomocí časových oken po 2 sekundách. Tento časový úsek byl autorem zvolen zejména pro usnadnění zpracování, ale je také dostatečně pro záznam pozornosti respondenta na dané místo. Do tabulky bylo vždy zaznamenáno pomocí zkratky, na kterou oblast zájmu se respondent zaměřil. Pro analýzu bylo vybráno šest oblastí zájmu: m (mapa), l (legenda), ls/geol/klad (litostratigrafické schéma, přehled geologických jednotek, klad listů,), r (řez), t (tiráž), n (nadpis), x (nespecifikováno/mimo oblast).

Pokud například během časového úseku několikrát pohledem prošel celou mapu, či jeho pohled byl mimo oblasti nebo vykazoval chybný záznam, bylo mu přiřazeno x (nespecifikováno/mimo oblast). Tato pole byla automaticky obarvována pomocí podmíněného formátování a pomocí funkce COUNTIF spočítán čas na základě počtu jednotlivých řetězců (=COUNTIF(S23:CZ23;"*m*")*2). Poté byly jednotlivé barevné grafy exportovány a v grafickém programu upraveny do podoby sekvenčních grafů. Ukázka tabulky je na obrázku 24. Celá tabulka s daty je v příloze 6 v adresáři *data/et_bryle.xlsx*.

mapa/	dopra/pr/	leg/%	tiráž/%	nadpis	řez%	x%	obor								
17,64706	4,545454545	2,272727	0	4,545455	9,090909	0	4 GEOL	m	n	m	m	m	m	m	m
17,64706	23,52941176	35,29412	0	0	5,882353	17,64706	3 GEOL	m	m	dp	dp	dp	dp	l	
4,285714	3,571428571	0	0	3,571429	10,71429	10,71429	4 GEOL	m	m	m	n	m	m	m	
30	15	40	0	0	15	0	4 Geol	r	r	r	m	m	m	m	
38,384615	0	30,76923	0	0	0	3,846154	PHD	m	m	m	m	m	m	x	
4,285714	0	0	0	0	2,857143	2,857143	phd	m	m	m	m	m	m	m	

Obr. 24 Pracovní tabulka vyhodnocení volného prohlížení

⁸ *Analýza čtení geologických map geology a negeology* [online], [cit. 2019-05-9]. Dostupné z: <http://www.geoinformatics.upol.cz/dprace/magisterske/kominek19/>

Řešení úkolů

Při části řešení úkolů byly údaje zaznamenávány do tabulky. Nebylo zde primárně zaznamenáváno, na které prvky se respondent soustředil. Sledované údaje byly: čas řešení, správnost odpovědi a případně další poznámky.

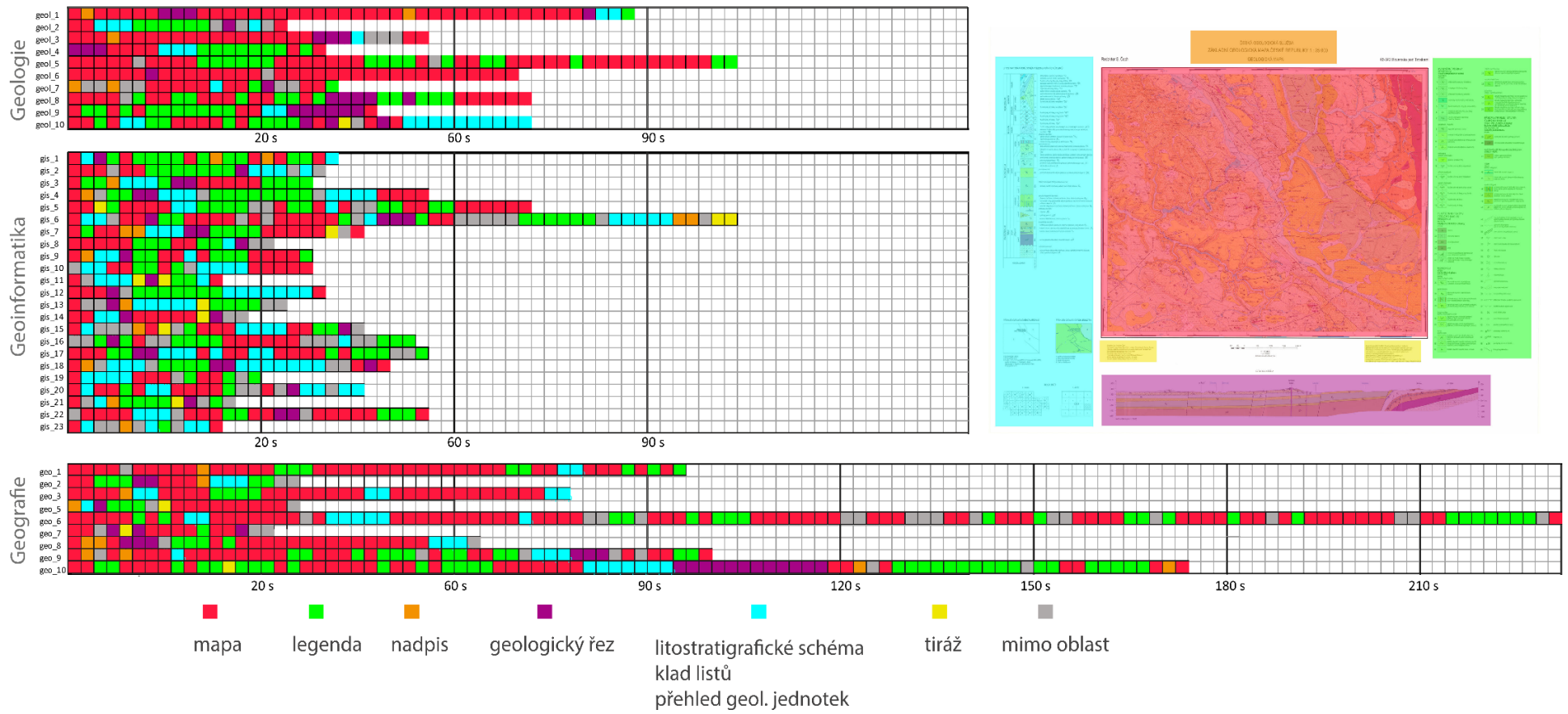
5.1.3 Vyhodnocení volného prohlížení

Po zpracování naměřených dat z obou částí proběhlo vyhodnocení. Celkem se testování zúčastnilo 44 respondentů, avšak někteří respondenti byli špatně zaznamenáni. Výsledný počet respondentů, kteří se zúčastnili testování je v tabulce 10. Před samotným zpracováním a vyhodnocením bylo nutné ověřit, zda mají data dostatečnou hodnotu atributu *Tracking ratio*, který značí kolik procent z celkového času byl zaznamenáván pohyb očí (Popelka, 2018). Testování obou částí bylo spojeno do jednoho testu, tudíž tato hodnota je jak za část volné prohlížení, tak za část řešení úkolů. V tomto případě byla průměrná hodnota pro celý soubor 98 %. Tato hodnota se dá považovat za velmi dobrou, avšak tato hodnota je průměrem pro každého respondenta za celou dobu experimentu.

Tab. 10 Počet správně zaznamenaných respondentů experimentu ET brýle

Obor	Počet respondentů	
	volné prohlížení	řešení úkolů
Geoinformatika	23	22
Geologie	10	9
Geografie	9	10

V části volného prohlížení se projevily patrné rozdíly mezi skupinami. Pro grafickou vizualizaci byly zpracovány sekvenční grafy (obr. 25). Z grafů je patrné, že skupina geoinformatiků byla ve svém prohlížení mnohem různorodější a věnovala se oproti zbylým dvěma skupinám všem kompozičním prvkům mapového listu. Nejvíce je patrné, že geoinformatici strávili dvakrát více času nad oblastí pojmenovanou jako schéma. Skupina geoinformatiků neprošla kurzem geologie a také neměla možnost se dříve setkat s tímto typem mapy. Z grafu je patrné, že skupina geologů a geografů má přibližně stejné zastoupení tří nejvíce sledovaných oblastí zájmu (mapa, legenda a schéma). Tyto skupiny věnovaly na rozdíl od skupiny geoinformatiků mnohem více pozornosti mapě a například doba strávená nad částí schéma tvořila u těchto skupin pouze necelých 10 % celkového času (viz tabulka 11).



Obr. 25 Sekvenční grafy volného prohlížení
Experiment 1: ET brýle

Celková průměrná doba, po kterou si jednotlivé skupiny prohlížely mapu, se značně lišila: GIS (44,3 s), GEOL (62,6 s), GEO (84,4 s). Tento jev může být dán zkušeností jednotlivých respondentů s geologickou mapou. Zkušenější uživatel si bude mapu více prohlížet, protože ví, na co se má zaměřit. Uživatel, který nemá s mapou tolik zkušeností, si bude spíše prohlížet mapový list a část volného prohlížení ukončí dříve. Ve skupině GEO se vyskytli dva respondenti (GEO_6, GEO_10), kteří nad mapou strávili 174, respektive 232 sekund.

Skupina geologů až na jednoho respondenta zcela ignorovala prvek tiráže. Tento kompoziční prvek nebyl sledován ani ostatními skupinami. Titul mapy byl také potlačen v pozornosti respondentů, ale oproti tiráži byl sledován mnohem více. Z grafu je patrné, že pokud si respondent tohoto prvku všiml, zaměřil se na něj v první třetině doby, po kterou si prohlížel mapu.

Tab. 11 Průměrný čas skupin ve vybraných AOI v části volného prohlížení

Obor	Kompoziční prvky [%] celkového času			
	mapa	legenda	schéma*	řez
Geoinformatika	30,6	24,4	20,4	5,9
Geologie	50,7	21,5	9,3	9,6
Geografie	53,3	18,0	7,7	7,5

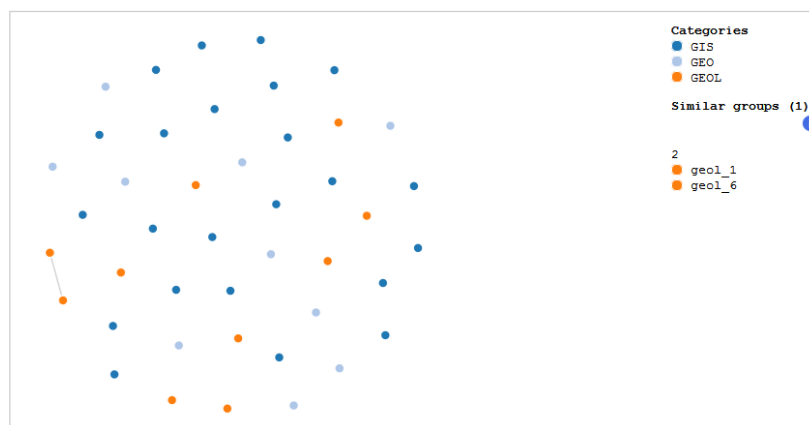
* listostratigrafické schéma, přehled geologických jednotek, klad listů

ScanGraph

Pro odhalení strategie čtení jednotlivých skupin může být vhodným nástrojem *ScanGraph* (Doležalová a Popelka 2016). Tento nástroj byl použit v několika pracích např. Beitlová (2017) a Hujňáková (2018). Pomocí nástroje vytvořeného na KGI-UPOL je možné odhalit podobnost ve strategii čtení jednotlivých skupin. Nástroj porovnává řetězce navštívených AOI a shlukuje respondenty s podobnými řetězci. Nástroj blíže popisuje Popelka (2018).

Pro analýzu v nástroji *ScanGraph* byly použity řetězce navštívených oblastí z části volného prohlížení. Pro analýzu bylo nutné odstranit diakritiku a převést všechna malá písmena na velká, jinak by nástroj nepracoval korektně.

Pro všechny grafy byla použita **Damerau-Levenshteinova vzdálenost**, která je vhodná, pokud je experiment zaměřen na zjištění, na kterou část stimulu se respondent zaměřil bez ohledu na pořadí. Pokud je v experimentu důležité pořadí navštívených AOI, je vhodné použít Levenshteinovu vzdálenost (Doležalová, 2018). Parametr p nastavující podobnost byl nastaven na 75 %. Při tomto nastavení se zobrazila pouze jedna klika obsahující dva respondenty GEOL_1 a GEOL_6 (obr. 26). Oba respondenti se vyznačovali dlouhou dobou v mapovém poli a krátkou nebo žádnou dobou v oblasti schéma. Graf byl vypočten i při použití volby *Use collapsed*, při které dojde ke sloučení po sobě následujících znaků do jednoho. Poté graf obsahoval jednu skupinu GEO_1 a GEOL_5. Tito dva respondenti se vyznačovali tím, že většinu času strávili téměř jen v mapě a v legendě.



Obr. 26 ScanGraph volné prohlížení (75% podobnost)

Pro další testování byly AOI (schéma, geologický řez, tiráž, nadpis) sloučeny do jednoho AOI pojmenovaného *ostatní*. Do testu tak vstupovala pouze AOI (mapa, legenda, ostatní, mimo oblast). Při nastavení podobnosti 75 % byly vytvořeny tři dvoučlenné kliky: GEOL_1 a GEOL_6; GEO_3 a GEO_1; GEO_7 a GIS_14. Při použití volby *Use collapsed* bylo vytvořeno osm dvoučlenných klik.

Pomocí nástroje *ScanGraph* se tak nepodařilo odhalit společné strategie čtení napříč skupinami. Nevznikly větší skupiny respondentů, kteří by při čtení mapy postupovali stejně. V případě snížení podobnosti, bylo možné pozorovat nárůst počtu shluků.

5.1.4 Vyhodnocení řešení úkolů

Ve druhé části ET testu s brýlemi měli respondenti za úkol řešit šest úkolů, které jim byly zadávány vždy ve stejném pořadí. Skupiny byly označeny zkratkami podle oborů:

GEO (geografové), **GIS** (geoinformatici), **GEOL** (geologové). Napříč všemi úkoly byla testována nulová hypotéza, která říká, že mezi testovanými skupinami není rozdíl. Vzhledem k charakteru dat byl použit KW test na hladině významnosti $\alpha = 0,05$.

Úkol č. 1: V jakém souřadnicovém systému byla mapa vytvořena?

Správná odpověď: S-JTSK Křovákovo zobrazení

Typ úlohy: vyhledání obsahu

Sledovaný atribut: čas řešení

První úkol byl nalézt na mapě údaj o souřadnicovém systému mapy. Tento úkol byl záměrně vybrán na začátek pro jeho jednoduché řešení. Úkol nečinil žádné skupině větší problémy a časy byly poměrně vyrovnané. U skupiny GIS se prokázaly největší zkušenosti se čtením map a tato skupina byla nejrychlejší.

Úkol č. 2: Jaké dvě geologické jednotky se nacházejí na území mapového listu?

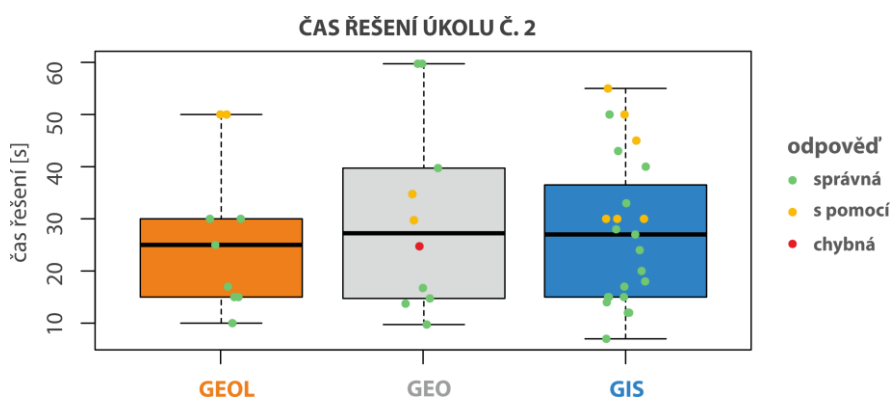
Řešení: schéma geologických jednotek

Typ úlohy: identifikace

Sledovaný atribut: čas řešení

Ve druhém úkolu měli respondenti určit dvě geologické jednotky. Správnou odpověď mohli zjistit buď za pomoci legendy nebo pomoci schématu přehledu geologických jednotek. Mezi skupinami se neprokázal statisticky významný rozdíl v čase řešení jednotlivých úkolů. Z grafu (obr. 27) je patrné, že všechny skupiny měly přibližně stejný

medián času řešení úkolu. Geologové řešili tento úkol nejkratší čas a také s nejvyšší úspěšností. Pouze dva respondenti této skupiny potřebovali poradit s nalezením správné odpovědi. U skupiny geografů se objevila jedna chybná odpověď, kdy respondent sice odpověděl poměrně rychle, ale s nesprávným výsledkem.



Obr. 27 Časy řešení jednotlivých skupin úkol č. 2

Úkol č. 3: Určete rozhraní dvou geologických jednotek v mapovém poli.

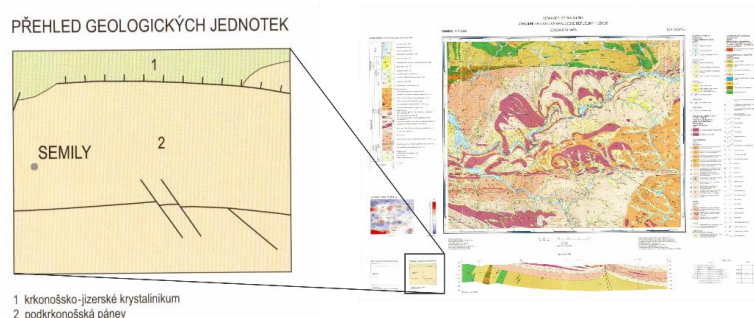
Řešení: identifikace schématu s mapou

Typ úlohy: identifikace

Atributy: čas řešení

Ve třetím úkolu měli respondenti nalézt a označit rozhraní dvou geologických jednotek nalezených v předchozím úkolu. Respondentům, kteří geologické jednotky určili na základě legendy, bylo před začátkem úkolu ukázáno schéma přehledu geologických jednotek. Mezi časy řešení úkolu nebyl nalezen statisticky významný rozdíl.

Skupina geologů byla v řešení tohoto úkolu nejrychlejší a všichni respondenti dokázali nalézt řešení bez větších problémů. V obou skupinách GEO a GIS se objevili dva respondenti, kteří měli problém s nalezením správné odpovědi. V každé skupině (GEO a GIS) vždy jeden respondent označil špatnou oblast a jeden si nebyl jistý odpovědí. Respondenti byli dotazováni, proč označili špatnou odpověď či nebyli schopni nalézt správné řešení. Všichni odpověděli, že si nedokázali spojit schéma přehledu geologických jednotek s mapovým polem. Respondenti se domnívali, že přehled geologických jednotek svým rozsahem odpovídá pouze vybrané oblasti v mapě, a ne celému mapovému poli (obr. 28).



Obr. 28 Schéma geologických jednotek vlevo zvětšený přehled

Úkol č. 4: Která hornina převažuje v menší z jednotek?

Správná odpověď: fylit

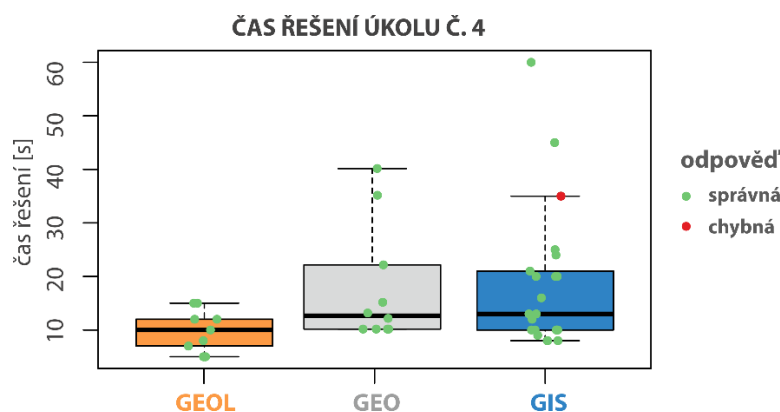
Typ úlohy: srovnání, identifikace

Sledovaný atribut: čas řešení, použití litostratigrafického schématu

Ve čtvrté otázce bylo úkolem identifikovat převažující horninu a určit její typ na základě legendy. V tomto úkolu bylo kromě výsledného času také sledováno, zda se respondenti orientovali na mapovém listu a zda nehledali odpověď v litostratigrafickém schématu. Mezi skupinami nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl (obr. 29).

Napříč skupinami se objevili dva respondenti, kteří označili špatnou odpověď. Oba pocházeli ze skupiny GIS (GIS_7 a GIS_21). Respondenti (GEO_3, GEO_5) také uvedli nesprávnou horninu, ale ihned svoji odpověď opravili.

Celkem 10 účastníků se v rámci hledání odpovědi zaměřilo i na litostratigrafické schéma. Dva respondenti pocházeli ze skupiny geografů (GEO_1, který neprošel geologickým kurzem) a osm respondentů ze skupiny geoinformatiků. Z výsledků může být usuzováno, že respondenti, kteří se zaměřili na litostratigrafické schéma, nevěděli, kde mají hledat správnou odpověď. Ukazuje to na jejich malé zkušenosti s čtením geologické mapy. U skupiny GEO se tento jev nevyskytl.



Obr. 29 srovnání časů řešení jednotlivých skupin úkol č. 4

Úkol č. 5: Určete oblast s četným výskytem sesuvů.

Správná odpověď: oblasti podél řeky Jizery

Typ úlohy: srovnání, identifikace

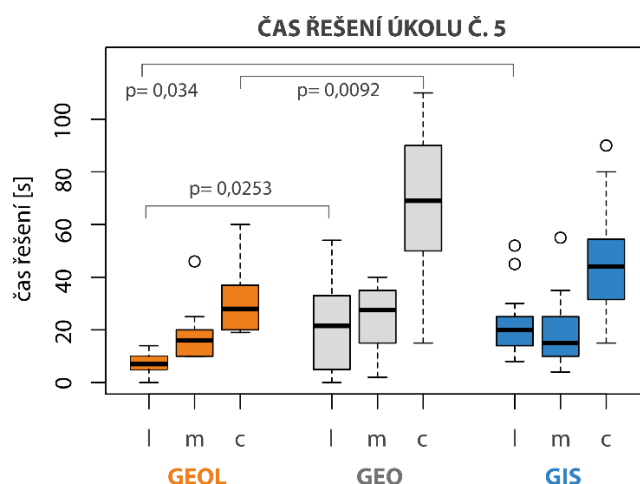
Atributy: čas řešení, čas v mapě, čas v legendě

V pátém úkolu měli účastníci označit oblast s četným výskytem sesuvů. Úkolem bylo vyhledat znak sesuvu v legendě a následně identifikovat oblast sesuvů v mapě. V rámci úkolu bylo sledováno, jaký čas respondenti strávili při identifikaci znaku v legendě a následně v mapě.

V bližší analýze řešení úkolu se projevily rozdíly při úspěšnosti řešení úkolu. Častým problémem byla složitá orientace respondentů v legendě. Respondenti skupiny GEO a skupiny GIS potřebovali k identifikaci znaku radu (GIS 13 %, GEO 20 %). Ve skupině GEOL nepotřeboval žádný respondent radu k identifikaci znaku. Chybovost byla u skupiny GEO (40 %), GIS (10 %) a GEOL (11 %).

Průměrný čas strávený v legendě a v mapě se u všech skupin značně lišil. K testování byl použit KW test na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. P-hodnoty testu mezi skupinami,

kde byly prokázány statisticky významné rozdíly, jsou vyznačeny nad svorkami na obrázku 30. U skupiny GEOL byl největší rozdíl časů strávených nad legendou a mapou. Medián času v mapě byl podobný jako u skupiny GIS, ale čas, který strávila skupina GEOL v legendě, byl mnohem menší než čas v mapě. Z tohoto výsledku se dá usoudit, že skupina GEOL má více zkušeností a hledaný prvek dokáže rychleji identifikovat v legendě. Ostatní skupiny potřebovaly k identifikaci prvku v legendě mnohem delší čas.



Obr. 30 Srovnání časů strávených na prvky mapy

l = legenda, m = mapa, c = celkový čas

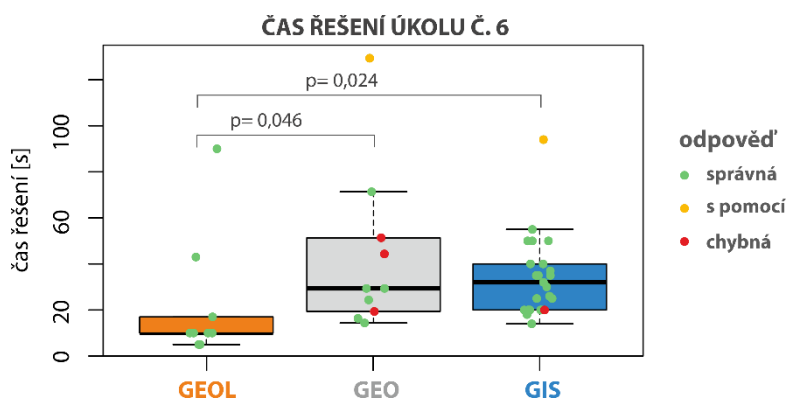
Úkol č. 6: Která hornina převládá v oblasti nejvyšší amplitudou (geo)magnetických anomálií?

Správná odpověď: dolerit, vrchlabské souvrství: rudnický obzor

Typ úlohy: srovnání, identifikace

Atributy: čas řešení

V posledním úkolu měli respondenti identifikovat převládající horninu v oblasti s nejvyšší amplitudou geomagnetických anomálií. K řešení bylo třeba použít schéma v levé spodní části. Nebylo zcela jasné, kde přesně se oblast s nejvyšší amplitudou geomagnetických anomálií nachází, proto byly jako správné brány dvě odpovědi. V tomto úkolu se projevila znalost skupiny GEOL, která strávila řešením nejkratší čas. Avšak jeden respondent ze skupiny GEOL patřil mezi nejpomalejší respondenty napříč skupinami. Tento respondent nemohl nalézt schéma magnetických anomálií. Největší problém při řešení úkolu byl zaznamenán u skupiny GEO. U této skupiny téměř 30 % respondentů odpovědělo chybně, ve skupině GIS pouze necelých 5 % respondentů označilo špatnou odpověď (obr. 31). K testování byl použit KW test. P-hodnoty testu mezi skupinami, kde byly prokázány statisticky významné rozdíly, jsou vyznačeny nad svorkami na obrázku 31.



Obr. 31 Srovnání času řešení jednotlivých skupin úkol č. 6

5.1.5 Shrnutí výsledků

Ve většině provedených úkolů se ukázala skupina GEOL jako nejrychlejší. Dosáhla také největšího procenta správných odpovědí. Největší rozdíl mezi skupinami byl patrný v úkolu č.5. Skupina GEOL zde byla nejen nejrychlejší, ale zejména při čtení legendy postupovala nejefektivněji. V části volného prohlížení bylo patrné, že se skupiny GEO a GEOL zaměřují mnohem více na prvek mapy oproti skupině GIS. Vytvořené *Attention maps* a RAW data z nástroje *Mobile Gaze Mapping* jsou v příloze 6 DVD v adresáři *et_bryle/attention_maps*.

5.2 Naskenované papírové mapy

Testování naskenovaných papírových map bylo v pořadí druhým experimentem a zároveň prvním, který se odehrával v prostoru ET laboratoře KGI-UPOL. Test navazoval na předchozí testování pomocí ET brýlí. Experiment byl realizován zejména z důvodu přesnějšího záznamu a lepšího způsobu vyhodnocení, oproti záznamu z mobilních ET brýlí.

5.2.1 Příprava experimentu

Experiment byl vytvářen společně s experimentem pro mobilní ET zařízení. Úkoly v tomto experimentu byly svým obsahem odlišné právě z důvodu zamezení learning efektu. Celkem bylo vytvořeno 9 stimulů (viz vázaná příloha 4). Jednalo se o standardní otázky zaměřené na identifikaci prvku, vyčtení informací z mapy, práci s doprovodným schématem či zjišťování vzdálenosti. Stimuly používané během testování na monitoru jsou zatíženy faktem, že musí být přizpůsobeny velikosti a rozlišení monitoru. Tento fakt může být problémem právě pokud je účelem otestovat mapu, která je větší než rozměr monitoru. Z mapy musí být vytvořeny výřezy vybraných oblastí, které musí být navíc často zmenšeny či zvětšeny oproti skutečnosti.

Poslední dva stimuly nebyly vytvořeny pomocí výřezů, ale byly použity mapy v původní naskenované velikosti. Při tomto způsobu použití je nutné, aby stimuly byly ve formátu PDF. V nastavení stimulu se u volby *Page fit* nastaví možnost *Original size*. Respondent si tak může s daným stimulem hýbat, zvětšovat jako kdyby ovládal interaktivní mapu. Ovládání však není příliš intuitivní a zejména přibližování a oddalování mapy může činit problémy. Záznam pohybu očí se přepočte a přiřadí ke stimulu, jako kdyby se jednalo o klasický statický obrázek.

5.2.2 Průběh experimentu

V úvodu testu byli účastníci dotazováni na otázku ohledně jejich zkušeností s geologickými mapami a oborem studia. Testu se zúčastnilo 10 geologů, 10 geografů a 22 geoinformatiků.

Kalibrace

Před začátkem testování bylo nutné zkalibrovat přístroj podle respondenta. V případě velké odchylky by bylo nutné respondenta vyřadit. Pro test byla zvolena třináctibodová kalibrace, při které byla tolerovaná odchylka do 1,5 °.

Testování

Po provedení kalibrace následovalo samotné testování. Respondentům bylo vždy promítnuto zadání a poté již řešili samotný úkol. Během řešení úkolů respondenti zaznamenávali své odpovědi pomocí kliknutí myši. Některé odpovědi byly zapisovány autorem do připraveného formuláře. Během testování se vyskytly dva případy, kdy experiment probíhal, ale nenahrávala se ET data. Tato chyba byla zjištěna při následném procházení záznamů. Respondenti tak museli být z testování vyřazeni.

5.2.3 Zpracování naměřených dat

Pro identifikaci fixací byl zvolen algoritmus I-DT se dvěma parametry: délka (80 ms) a rozptyl (50 px). Rozdílné algoritmy pro volbu fixací popisuje například Alt a kol. (2015) nebo Popelka (2018). Před zpracováním dat bylo ověřeno, zda měl respondent dostatečný kontakt se zařízením. Ověření probíhalo pomocí porovnání metriky *Tracking Ratio*. Software *BeGaze* umožňuje vyexportovat hodnotu *Tracking ratio* nejen pro každého respondenta za celý experiment, ale také pro každý stimul zvlášť. Pro export je potřeba na záložce *Metrics Export* použít volbu *Specialized Statistics* a volbu *Trial Overview*. Autorem práce byl nastaven limit 65 % *Tracking ratio* pro stimul. Bylo zjištěno, že dva záznamy nesplňují tuto hranici a byly z následného vyhodnocení vyřazeny. Data byla zpracována v software *BeGaze*, ale byla také exportována do textového souboru pro statistické vyhodnocení v software *RStudio*. Dále pomocí nástroje *SMI to ScanGraph* a *SMI to V-Analytics* byla data převedena pro použití v těchto programech.

5.2.4 Vyhodnocení

V této kapitole jsou popsány vybrané úkoly a problémy, které během řešení nastaly. Metriky a metody, které byly použity jsou shrnuty v tabulce 1 v kapitole 2.1. Ve vázané příloze 4 jsou stimuly, které byly použity během experimentu.

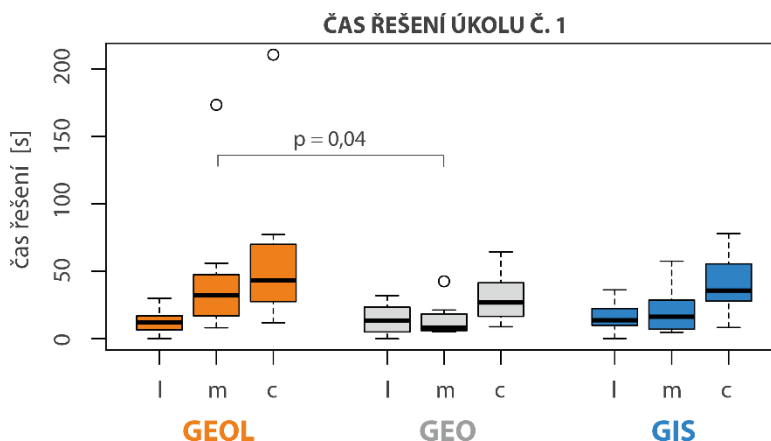
Napříč všemi úkoly byla testována nulová hypotéza, která říká, že mezi testovanými skupinami není rozdíl. Vzhledem k charakteru dat byl použit KW test na hladině významnosti $\alpha = 0,05$.

Úkol č. 1 Vyhledejte na mapě opuštěný lom.

V prvním úkolu měli respondenti najít znak „opuštěný lom“. Ve zpracovaných datech se vyskytla extrémní hodnota u respondenta GEOL_7, kdy doba řešení úkolu byla 5x vyšší než průměr sledovaného souboru. Respondent GEOL_7 neměl problém s nalezením znaku v legendě, ale s následnou identifikací znaku v mapě. V rámci sledovaných charakteristik byl použit medián, který je robustnější oproti průměru a není tolik zatížen extrémními hodnotami.

V grafu (obr. 32) je nad svorkami vyznačena p-hodnota KW testu mezi skupinami, kde byl prokázán statisticky významný rozdíl. Skupina GEOL řešila tento úkol nejdéle 43 s.

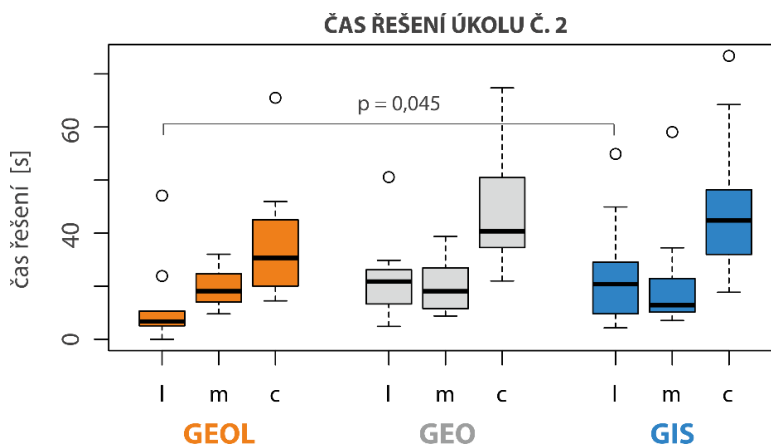
Oproti dvou zbývajícím skupinám GEO (27 s), a GIS (35 s). Z grafu je patrné, že skupina GEOL měla problém především s identifikací znaku v mapě. V legendě skupina GEOL strávila nejméně času ze všech skupin. Úkol nečinil skupinám GIS a GEOL větší problémy. Ve skupině GEOL bylo zjištěno 10 % a ve skupině GIS necelých 5 % špatných odpovědí. U skupiny GEO byl počet špatných odpovědí 25 %. Při bližší analýze bylo zjištěno, že respondent GEO_9 se nepodíval do legendy a zvolil znak důlních kladívek, který však opuštěný lom nesymbolizuje.



Obr. 32 Srovnání časů strávených nad částmi mapového listu
l: legenda, m: mapa, c: celkový čas

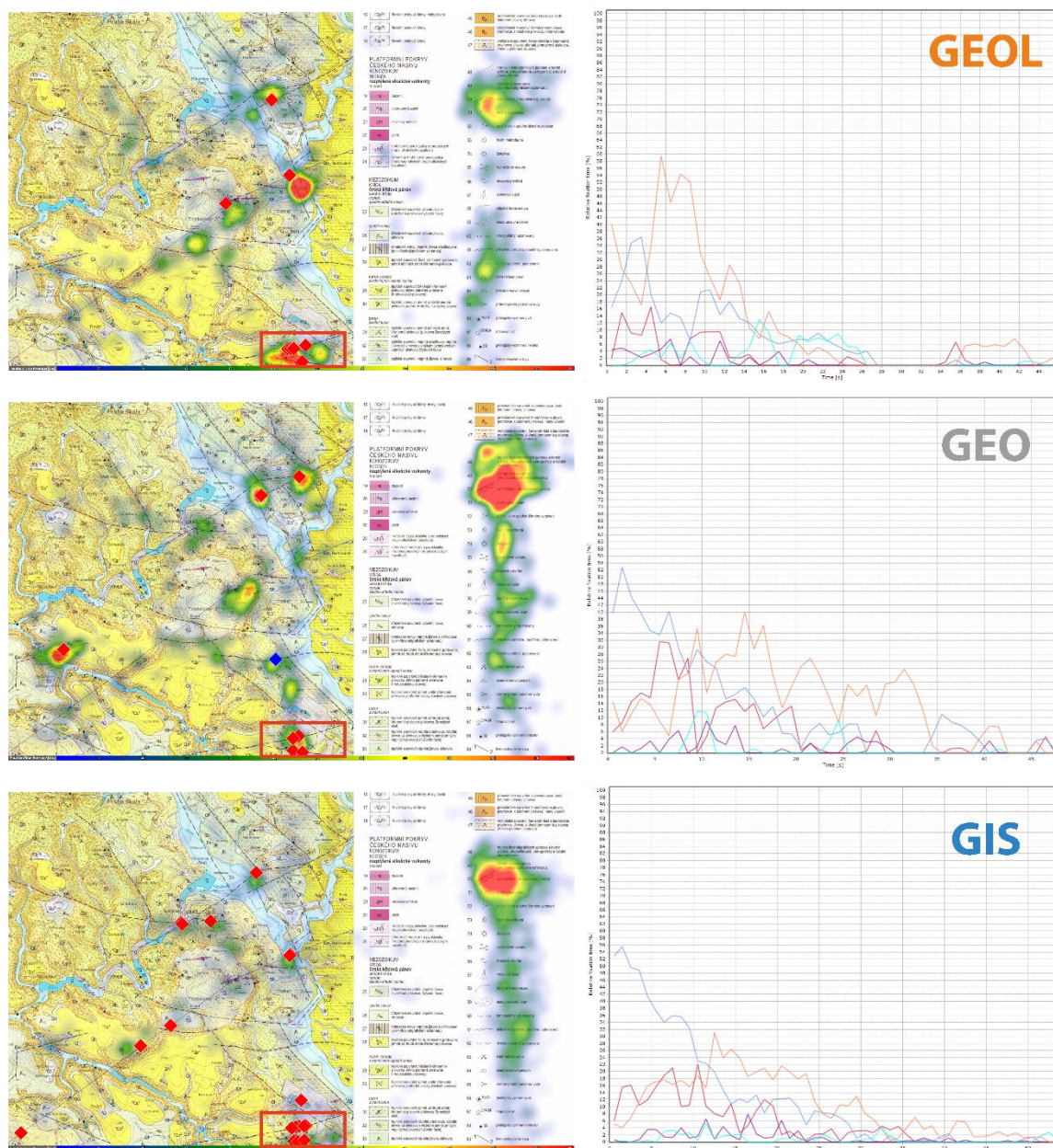
Úkol č. 2 Vyhledejte na mapě zjištěný zlom.

Ve druhém úkolu měli respondenti vyhledat liniový znak pro zjištěný zlom. Mezi skupinami nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi časy řešení úkolu na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Statisticky významný rozdíl byl však zjištěn při porovnání času, který skupiny strávily nad prvkem legendy. P-hodnota testu mezi skupinami, kde byl prokázán statisticky významný rozdíl, je vyznačena nad svorkami (viz Obr. 33). Právě skupina GEOL strávila na prvku legendy nejméně času v porovnání s ostatními skupinami. Strávili zde také nejméně času ve srovnání s dobou, kterou strávili nad mapovým polem.



Obr. 33 Srovnání času řešení jednotlivých skupin úkolu 2
l: legenda, m: mapa, c: celkový čas

Na obrázku 34 jsou zobrazeny *Binning charts* a *Attention maps* pro skupiny GEO a GEOL. Jak je vidět z *Binning charts*, skupiny GIS a GEO v průběhu čtení postupovaly podobně. V prvních vteřinách trávily nejvíce času v legendě (světle modrá linie), poté se postupně přesunuly do mapového pole (okrová linie). Oproti skupině GEOL, která byla v legendě jen velmi krátký čas ze začátku prohlížení, poté se přesunula do mapového pole. Na *Attention maps* je vidět, čemu respondenti věnovali pozornost. V oblasti legendy se všechny skupiny soustředily na oblast znaku pro zlom. Z *Attention maps* i času v legendě je patrné, že skupina GEOL dokázala být při identifikaci znaku nejefektivnější. Červené čtverce značí kliknutí respondenta levým tlačítkem. Modrý čtverec označuje kliknutí pravým tlačítkem. V dolní části je červeně vyznačena oblast správné odpovědi. Je zřejmé, že všechny skupiny označily jak špatné, tak správné odpovědi.



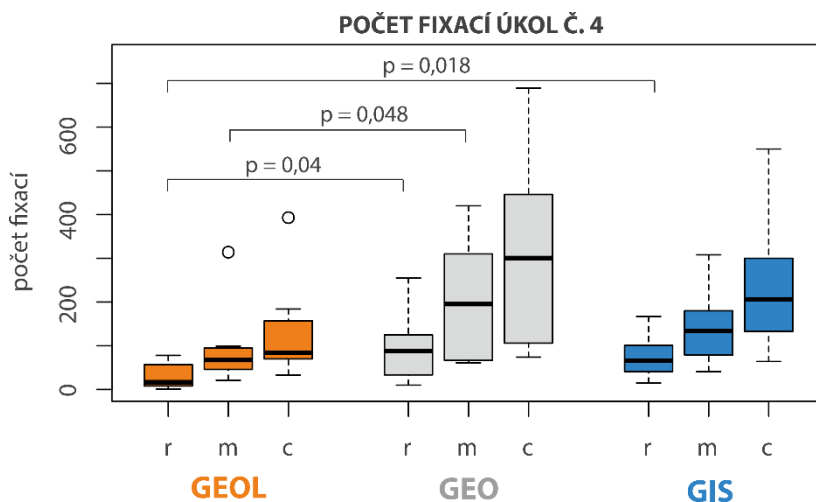
Obr. 34 *Attention maps* a *Binning charts* jednotlivých skupin
úkol č. 2

Úkol č. 3 Vyhledejte odlučnou hranu sesuvu.

Ve třetím úkolu měli respondenti identifikovat znak pro odlučnou hranu sesuvu. Mezi skupinami se neprokázal statisticky významný rozdíl v žádné sledované charakteristice. Zajímavý výsledek přinesla analýza parametru *revisits*, který označuje kolikrát respondent opakovaně navštívil oblast zájmu. Při porovnání této charakteristiky u oblasti legendy byly zjištěny následující mediány: GEOL (1), GEO (2), GIS (3). Skupina GEOL se tak nemusela do legendy tolikrát vracet, aby identifikovala daný prvek, oproti skupině GIS, která se svým pohledem do oblasti legendy opakovaně vracela. Skupina GEO byla ze všech skupin nejrychlejší. V tomto úkolu bylo dosaženo největšího počtu chybných odpovědí: GEOL (50 %), GEO (62,5 %), GIS (54,5 %). Znak odlučné hrany sesuvu se tak ukázal pro respondenty obtížný na identifikaci. Zejména kvůli jeho provedení, tak také díky geologické stavbě území, na které byl hůře viditelný. Dva respondenti skupiny GIS neoznámili žádnou odpověď.

Úkol č. 4 Označte průběh linie geologického řezu.

V tomto úkolu se prokázaly statisticky významné rozdíly mezi skupinami. P-hodnoty testu mezi skupinami, kde byl prokázán statisticky významný rozdíl, jsou vyznačeny u svorek v grafu (obr. 35). Skupina GEOL byla při řešení úkolu nejefektivnější, oproti ostatním skupinám, které úkol řešily podstatně delší dobu a dosáhly většího počtu fixací.



Obr. 35 Srovnání počtu fixací nad částmi mapového listu

r: řez, m: mapa, c: celkový počet fixací

Skupina GEOL dosáhla nejmenšího počtu chybných odpovědí, oproti ostatním skupinám, zejména skupině GIS (tab. 13). Chybná odpověď byla, pokud respondenti označili zcela jiný průběh řezu. Tento úkol byl analyzován jak pomocí statistiky, tak manuální analýzou videozáznamů. Částečně správná odpověď byla brána taková, ve které označil respondent alespoň jeden bod na linii geologického řezu a další umístil ve směru a v těsné blízkosti linie řezu. Respondent se tak mohl například splést a kliknout vedle. Ze sloupce počtu fixací lze zjistit, že skupina GEOL pracovala velmi efektivně a projevily se zde její odborné znalosti.

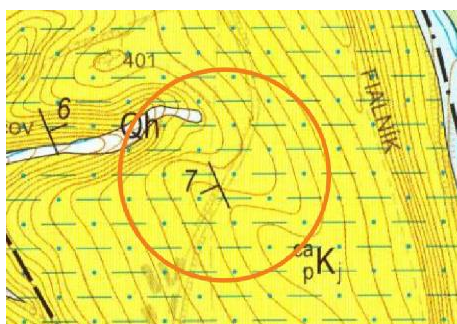
Tab. 12 Vybrané statistické charakteristiky úkolu č. 4

Kategorie	Chybné odpovědi	Částečně správné	Čas řešení [s]*	Počet fixací*	Délka fixace [ms]*
GEOL	1	1	18,5	84	162,6
GEO	2	1	57,1	301	160,8
GIS	7	2	41,5	206	146,4

* medián

Úkol č. 5 Řekněte, co vyznačuje symbol na mapě a vztáhněte jeho význam k dané mapě.

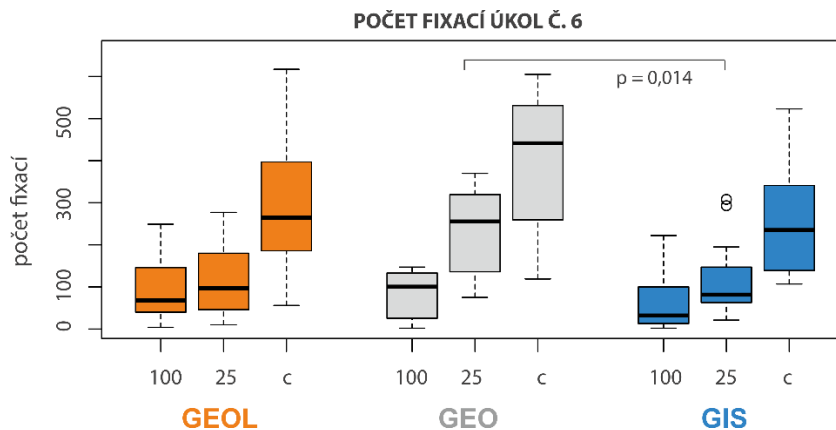
V pátém úkolu měli respondenti určit význam symbolu na mapě (obr. 36). Většina respondentů určila správně směr na JZ (Z). Respondent GIS_7 uvedl odpověď východ. V určování sklonu byli respondenti nejistí. Kromě skupiny GEOL uváděli hodnotu 7, ale nevěděli, zda se jedná o stupně či procenta. Správná odpověď byla 7 stupňů a JZ.



Obr. 36 Hledaný znak: sklon a směr vrstev

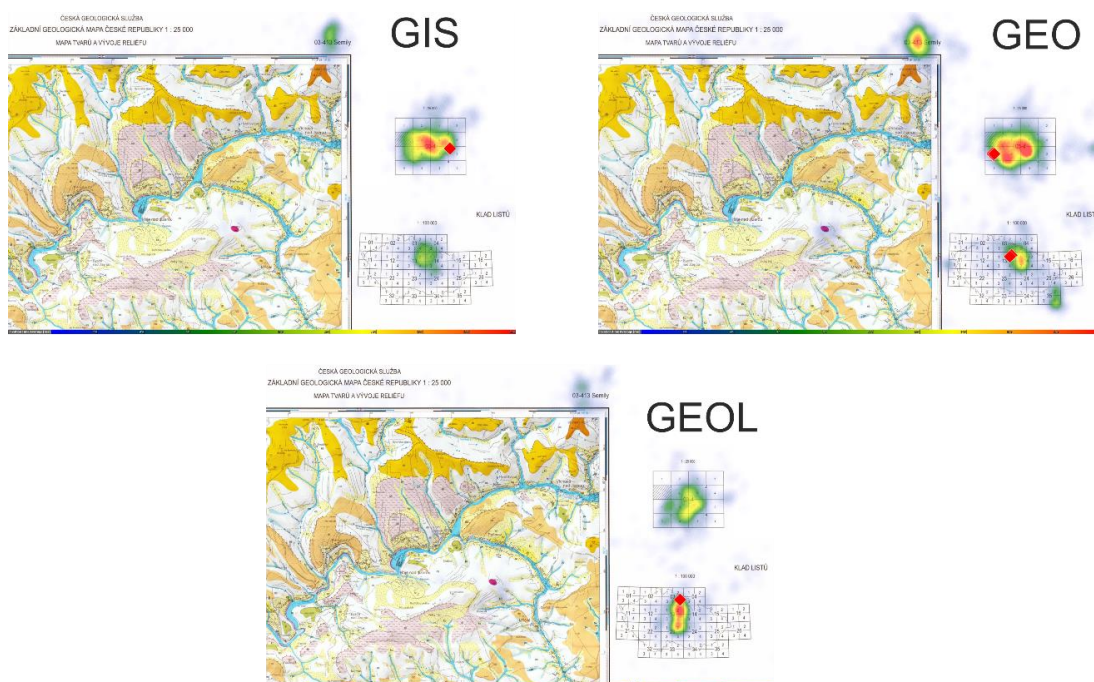
Úkol č. 6 Určete číslo navazujícího mapového listu u spodního okraje.

Respondenti měli za úkol určit číslo navazujícího mapového listu v měřítku 1 : 25 000, který by se nacházel pod aktuálním mapovým listem. K orientaci sloužilo doprovodné schéma kladu listu v měřítku 1 : 25 000 a 1 : 100 000. Největší podíl chybných odpovědí měla skupina GEOL (50 %), skupina GIS (23 %), skupina GEO (13 %). Počet fixací velmi často koreluje s časem řešení úkolu. Nejvíce fixací nad schématem 1 : 25 000 bylo zaznamenáno u skupiny GEO (obr. 37), která dosáhla i největší úspěšnosti. Počet fixací může být interpretován jako zájem respondenta o daný prvek, nebo jako problematické čtení prvku. V tomto případě lze usuzovat, že skupina GEO věděla, kde má hledat číslo mapového listu, ačkoliv strávila řešením hodně času. K otestování rozdílů mezi skupinami bylo použito KW testu. P-hodnota mezi skupinami, kde byl prokázán statisticky významný rozdíl, je vyznačena na obrázku 37.



Obr. 37 Počet fixací jednotlivých skupin nad prvky mapy
100: klad 1 : 100 000, 25: klad 1 : 25 000 c: celkový počet fixací

Z obrázku 38 je patrné, čemu věnovaly jednotlivé skupiny největší pozornost. Skupina GEOL věnovala největší pozornost schématu spodnímu kladu listů v měřítku 1 : 100 000, které nebylo pro nalezení správné odpovědi příliš vhodné. Naopak jen málo si všimla čísla mapového listu v pravém horním rohu, které bylo pro správné řešení důležité.



Obr. 38 Attention maps úkol 6

Úkol č. 7 Určete, která z vyznačených hornin je starší.

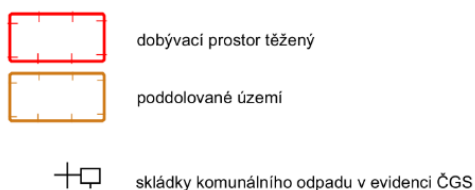
V sedmém úkolu měli respondenti porovnat stáří dvou hornin, které byly vyznačeny na mapě. Úkol nečinil respondentům problém. Kromě respondenta GIS_14 všichni odpověděli správně. Medián času řešení byl: GEOL (12,2 s), GEO (15,4 s), GIS (21,8 s).

Úkol č. 8 Označte skládku komunitního odpadu, která se nachází na území vhodném pro zakládání staveb. Zjistěte, jak daleko se nachází vybraná skládka od vodní plochy Lipno.

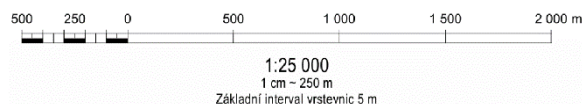
Tento úkol měl delší zadání, které bylo respondentům opakováno autorem během řešení stimulu. Mezi skupinami nebyl v žádné sledované metrice prokázán statisticky významný rozdíl. Všechny skládky nacházející se na mapovém listu vyhovovaly zadaným podmínkám. Pouze respondent GEO_10 neoznačil skládku, ale označil místo v prostoru mimo skládku. Ze všech skupin byla skupina GEOL nejrychlejší.

Jelikož se jednalo o komplexní úkol, byl použit nástroj *ScanGraph* pro analýzu řetězců navštívených oblastí. Použití nástroje bylo bližší popsáno v kapitole 5.1.3. Při nastavení 65% podobnosti a použití Levenstheinovy vzdálenosti vznikly ve sledovaném souboru čtyři dvoučlenné kliky. Neprokávalo se tak, že by respondenti se stejným vzděláním měli podobnou strategii čtení mapy v úkolu 8.

Hledaný znak skládky komunálního odpadu je svým provedením velice problematický (obr. 39) a respondenti měli s jeho nalezením problém. V daném stimulu byla legenda velice jednoduchá a obsahoval jen několik prvků, přesto byly časy první fixace na hledaný znak velmi dlouhé: GEOL (8,7 s), GEO (20,2 s), GIS (12,1 s). Skupina GEOL se dokázala v legendě nejrychleji zorientovat a najít hledaný znak. V poslední části měli respondenti určit vzdálenost od vybrané skládky k vodní ploše Lipno. K tomuto účelu bylo ve spodní části grafické měřítko. Respondenti měli s určením vzdálenosti problém, kromě dvou respondentů, všichni odhadovali menší vzdálenost, než byla ve skutečnosti (tab. 13). Tento fakt mohl být způsoben vedlejším dělením měřítko, které je předsazeno samotnému měřítku, a to tak nezačíná nulou, ale má právě o tento úsek více (obr. 40).



Obr. 39 Skládka



Obr. 40 měřítko

Tab. 13 Rozdíl odhadované/skutečné vzdálenosti

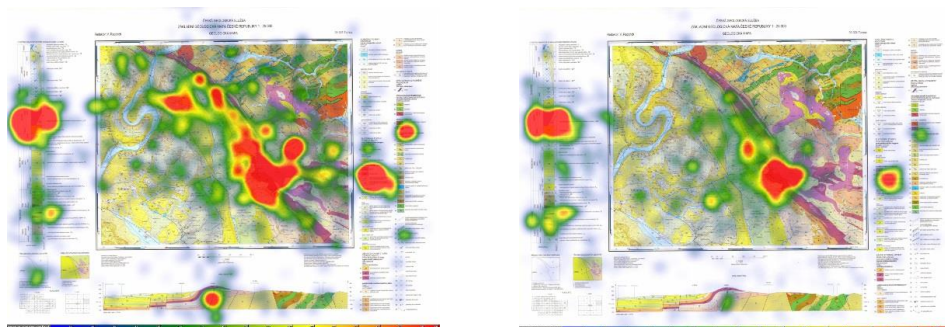
Skupina	Průměrný rozdíl [m]
GEOL	-255
GEO	-600
GIS	-397

Úkol č. 9 Prohlédněte si mapu.

Úkoly 9 a 10 byly prováděny na stimulem zobrazujícím mapu ve formátu PDF. Jelikož se jednalo o nový způsob práce s úkolem, v devátém úkolu si respondenti pouze prohlíželi mapu a seznamovali se s jejím ovládáním. Během testování nebyly zaznamenány výraznější problémy uživatelů s ovládáním. Pouze v několika případech respondenti použili tlačítko v horním panelu, které je přesměrovalo na nadcházející úkol a museli se vrátit zpět. Panel obsahující navigační tlačítka je možné v nastavení stimulu vypnout, ale někteří respondenti používali pro pohyb v mapě výhradně tento panel.

Úkol č. 10 Najděte vrch Kozákov (střed geologického řezu). Určete, na jaké hornině se nachází a z jakého období tato hornina pochází.

V posledním úkolu respondenti pracovali s celým mapovým listem. Původní hypotéza byla, že skupina GIS bude v tomto úkolu nejrychlejší, z důvodu zkušenosti ovládání mapových aplikací. Tato hypotéza se nepotvrdila a nejrychlejší byla skupina GEOL. Respondenti byli následně dotazováni autorem, zda jim práce s tímto druhem stimulu nečinila problém. Většina respondentů odpověděla, že při prohlížení stimulu neměli výraznějších problémů. Všichni respondenti kromě (GIS_17, GEOL_6 a GEO_2) určili správně jak typ, tak stáří horniny. Respondenti GIS_17 a GEOL_6 označili špatný typ horniny a také nesprávně určili období ze kterého pochází. Respondent GEO_2 určil správně typ horniny, ale špatně období, ze kterého pochází. Z *Attention maps* na obrázku 41 jsou patrná ohniska pohledů obou skupin. Skupina GEO se více zaměřila na geologický řez a identifikaci vrchu Kozákov. Obě skupiny pozornost věnovaly i nesprávným částem kompozičních prvků. Jak u litostratigrafického schématu (ohnisko dole), tak u samotné legendy (ohnisko vpravo). Tento fakt byl dán podobným barevným provedením ostatních hornin.

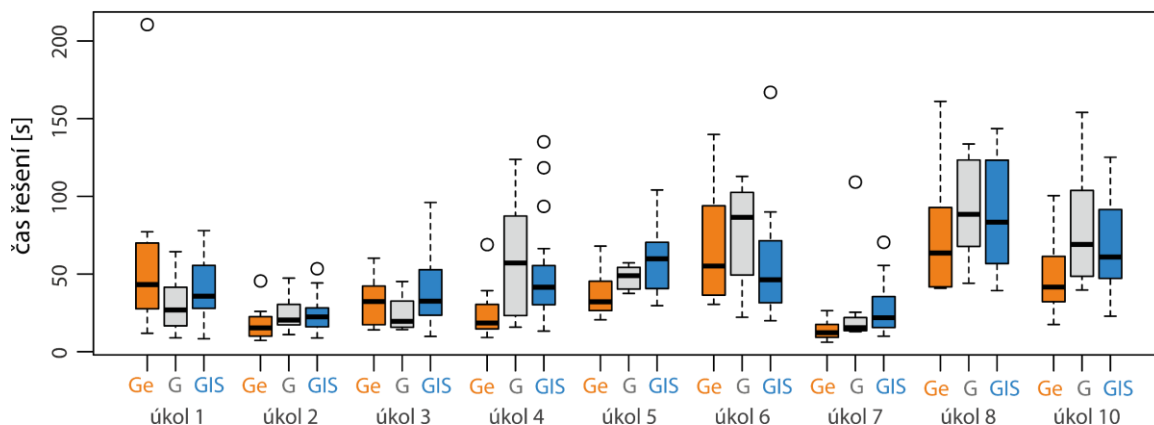


Obr. 41 *Attention maps* skupin GEO (vlevo) a GIS (vpravo)
úkol č. 10

5.2.5 Shrnutí

Při testování naskenovaných papírových map byly řešeny úkoly s podobným zaměřením, jak v případě experimentu 1. Zde se prokázaly rozdíly mezi skupinami a během většiny úkolů byla nejrychlejší skupina GEOL (obr. 42). Potvrdil se zde také fakt, že skupina GEOL je oproti ostatním skupinám rychlejší ve čtení legendy. Poslední dva úkoly obsahovaly formu stimulu v podobě mapy v plném rozlišení, která doposud nebyla na KGI-UPOL testována. Ukázalo se, že respondentům nečiní práce s tímto stimulem problémy. Grafy a výstupy které nebyly uvedeny a mohou sloužit k další analýze, jsou uloženy v adresáři *skeny_map/grafy* v příloze 6 DVD. Data, která byla v rámci analýzy zpracovávána, se nachází v příloze 6 v adresáři *data/mapy.xlsx* a souhrn statistických charakteristik pro jednotlivé úkoly je v příloze 6 v adresáři *data/statistika.xlsx*.

ČAS ŘEŠENÍ VŠECH ÚKOLŮ



Obr. 42 Srovnání časů řešení vybraných úkolů
označení skupin: GE: GEOL; G: GEO; GIS

5.3 Mapová aplikace

Testování mapových aplikací je nedílnou součástí rozvoje informatiky, ale také kartografie. Výsledky by měly posloužit ke zlepšení a zkvalitnění služeb koncovým uživatelům. Velmi často jsou uživatelé zahlceni funkcemi, ve kterých se neorientují a ani je nepotřebují (Kramers 2008 in Kůsová 2015). Mapová aplikace ČGS *Geologická mapa 1 : 50 000* je dle vyjádření oslovených geologů nejčastějším používaným produktem z oblasti geologických webových map. Mapová aplikace vyšla také jako nejčastější produkt využívaný oslovenou skupinou v rámci dotazníku viz kapitola 4. Z tohoto důvodu je důležité, aby s ní byli uživatelé schopni rychle a efektivně pracovat. Na základě výše uvedených informací byla v rámci experimentu otestována mapová aplikace *Geovědní mapy 1 : 50 000*.

5.3.1 Příprava experimentu

Experiment věnující se mapové aplikaci se skládal pouze z dynamických stimulů. Jelikož byl experiment kvalitativního charakteru, byl rozdělen na dvě části (ET experiment, rozhovor). V první části byli respondenti testováni na ET zařízení. Jednalo se celkem o 15 dynamických stimulů. Úkoly byly zvoleny tak, aby pokryly co největší rozsah možných činností, které mohou nastat během používání aplikace uživatelem. Po testování následovalo několik otázek směrem k respondentům např.: „*Měli jste při práci s aplikací nějaké potíže?*“ nebo „*Zaujalo Vás něco během testování?*“. Pilotního testování na KGI-UPOL se zúčastnil i Mgr. Otmar Petyniak z ČGS, který se podílel na vývoji mapové aplikace a pomohl tak s úpravou některých stimulů. Testování se zúčastnilo celkem 44 respondentů (24 GIS, 10 GEO, 10 GEOL). Po analýze naměřených dat bylo zjištěno, že u jednoho respondenta se nenahrála ET data a záznam obsahoval pouze video.

5.3.2 Průběh experimentu

Celý experiment byl v pořadí třetím experimentem pro každého respondenta. Stejně jako experiment testování naskenovaných papírových map, se odehrával v ET laboratoři KGI-UPOL za využití ET zařízení SMI RED 250. Jelikož byl experiment zaměřen na testování mapové aplikace, je důležité uvést technické vybavení, které bylo k testování použito. K testování byl použit stolní počítač se čtyřjádrovým procesorem Intel Core i7-3770K s 8GB RAM a grafickou kartou NVIDIA GeForce GT 620. V průběhu testování

byla dvakrát otestována rychlost internetu s výsledkem rychlosti stahování 94 a 102 Mbit/s. Ke spuštění aplikace byl použit prohlížeč Google Chrome v aktuální verzi v době testování.

Kalibrace

Před začátkem experimentu bylo nutné zkalibrovat zařízení pro každého respondenta. K tomuto účelu byla použita třináctibodová kalibrace. Po kalibraci se zobrazí hodnota ve stupních. Běžně akceptovaná odchylka se pohybuje v rozmezí 0,5°–1° (Holmqvist a kol., 2011).

Testování

Testování začalo vyplněním vstupních údajů, ve kterých byli respondenti dotazováni na:

- obor studia,
- zkušenosti s mapovými portály,
- frekvenci užívání geologických map.

Po úvodních evidenčních otázkách následovalo samotné testování. Před každým úkolem bylo promítnuto zadání s neomezeným časem a následovalo řešení úkolu. Respondenti měli úkoly na vyzkoušení funkcí mapy, vyhledání území, porovnávání atd. Všechny stimuly byly zobrazovány bez časového omezení, záleželo tak na respondentovi, kdy přejde na další stimul. Pokud respondent po 60 s nebyl schopný nalézt řešení, byla mu nabídnuta pomoc s vyřešením úkolu. V závěru byly respondentům položeny krátké otázky vztahující se k průběhu testu.

5.3.3 Zpracování naměřených dat

Zpracování dynamických stimulů je obtížnější a časově náročnější oproti statickým stimulům. Pro zpracování bylo použito základní statistiky, především byl sledován čas řešení úkolu. Hlavní část dat pocházela z manuálního vyhodnocení, pomocí procházení nahraných videozáznamů a vlastních poznámek. Data byla zaznamenávána ručně do přehledné tabulky (obr. 43). Celá tabulka se nachází v příloze 6 DVD v adresáři *data/aplikace.xlsx*.

Vyhledejte obec Chvalkov/mapový list					Zobrazte legendu a klikněte do legendy				Jaká hornina převažuje Chvalkov						
číslo/ID	chyba	vyp/v	problé	poznám	čas	chyb	problé	poznám	čas	hornin	legenc	klik/	chyb	problé	poznám
23-31	načtení/8s		1	ok	9			1 ok	45	pararula		1			3 ok/resilí obe
23-31			1		10			1 ok	45	pararula/	1			5 ko/banvy	
23-31	načtení/6s		1	ok	10			1 ok	42	pararula		1		1 ok/resilí obe	
32-24			1	ok	5			1 ok	30	granit	1			2	
32-24	načtení/8s		1	2 ok	5			1 ok	24	granit		1		1 ok/ještě si c	
32-24	načtení/prubeh		1	2 ok	10			1 ok	40	granit	1			2 ok	
32-24			1	1 ok	33			2 ok	18	granit	1			1 ok	
23-31	načtení/prubeh		1	1 ok	12			1 ok	40	pararula	1			1 ok	
23-31			1	1 ok	12			1 ok	21	pararula/	1			5 ko, podobn	
23-31			1	2 ok	8			1 ok	70	pararula/	1			5 ko	
32-24				3 ok	6			1 ok	67	granit	1			2 ok	
32-24				1 ok, vybrat to	6			1 ok	12	granit	1	1		1 ok	
32-24			1	1 ok	7			1 ok	40	granit	1			1 ok	

Obr. 43 Pracovní verze tabulky zpracovaných dat z mapové aplikace

5.3.4 Vyhodnocení volného prohlížení

Na začátku vyhodnocení naměřených dat je třeba zkontrolovat, zda mají data dostatečnou hodnotu *Tracking ratio*. Při bližším pozorování bylo zjištěno, že u některých respondentů při vybraných úkolech byla tato hodnota nižší než 90 %. V tomto případě to nebyl důvod, aby byli respondenti zcela vyřazeni. Byla zde hodnocena funkční stránka portálu a bylo provedeno manuální vyhodnocení, mohlo být tak s daty dále nakládáno.

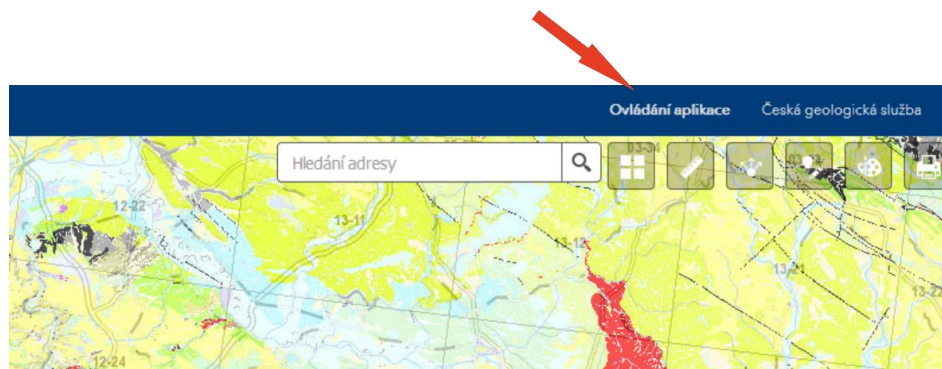
Respondent GEOL_5 neměl s mapovými aplikacemi téměř žádné zkušenosti. Během experimentu musel být u jednotlivých úkolů instruován autorem práce, proto byl z vyhodnocení vyřazen. Jednalo se o velmi zkušeného uživatele, ale pouze papírových geologických map.

Úkol. č. 1 Prohlédněte si mapu a zkuste její funkce.

Během volného prohlížení si mohli respondenti zkoušet funkce mapy, prohlížet si vybrané území. V průběhu řešení nebyli respondenti omezeni časem. Při porovnání respondentů na základě uvedených zkušeností s mapovými portály nevznikly výraznější skupiny. Po porovnání respondentů dle oborů GIS, GEO a GEOL už byly rozdíly patrnější. Respondenti ze skupiny GEOL se při prohlídce zaměřovali více na samotnou mapu a nezkoušeli klikat na funkce, které aplikace nabízí. Skupiny GEO a GIS klikaly jak do samotného mapového pole, tak na okolní prvky. Skupiny se nevyznačovaly výraznějšími rozdíly.

Odhalené problémy

Během volného prohlížení část respondentů klikla na tlačítka „Kreslit“ a „Upozornit na chybu v mapě“. Tato tlačítka téměř po celou dobu testování (11. 2. – 16. 3. 2019) nebyla funkční. Žádný z testovaných respondentů se nezaměřil na tlačítko pro ovládání aplikace, které je umístěno v pravém horním okraji (obr. 44). Svoji podobou může v uživateli evokovat spíše textový popis či nadpis. Tlačítko není nijak odděleno a vzhledově se jedná pouze o text s odkazem. Pro zvýraznění uživateli, by bylo vhodné tlačítko vizuálně oddělit.



Obr. 44 Tlačítko s nápovědou mapové aplikace

5.3.5 Vyhodnocení řešení úkolů

Část řešení úkolů následovala bezprostředně po části s volným prohlížením. V této části respondenti řešili úkoly, ve kterých nebyli omezeni časem. V tomto experimentu nebyli respondenti rozděleni do tří skupin, ale představovali jeden výběrový soubor.

Úkol č. 2 Vyhledejte obec Moravská Třebová.

Problém s vyřešením: 2 respondenti

Průměrný čas strávený řešením: 29,4 s

V úkolu č. 2 měli respondenti vyhledat obec Moravská Třebová. K výsledku bylo možné dojít vyhledáním obce pomocí vlastní znalosti o její poloze nebo použitím nástroje pro vyhledávání adresy. Průměrný čas, který respondenti strávili při řešení úkolu byl 29,4 s. Respondenti, kteří použili k vyhledání nástroj (26) byli při řešení úkolu rychlejší než ti, kteří vyhledali obec pomocí znalostí (16). Pouze dva respondenti GEO_6 a GIS_3 nemohli nalézt Moravskou Třebovou.

Úkol č. 3 Označte vodní plochu v blízkosti Moravské Třebové.

Problém s vyřešením: 5 respondentů

Průměrný čas strávený řešením: 32,5 s

Po lokalizaci obce Moravská Třebová bylo úkolem označit vodní plochu v její blízkosti. Pro efektivní řešení bylo vhodné vypnout vrstvu geologické mapy a ponechat viditelnou pouze vrstvu s podkladovou mapou. Průměrný čas, který respondenti strávili řešením byl 32,5 s. Celkem 26 respondentů si při řešení úkolu vyplo vrstvu geologické mapy. Problém s vyřešením úkolu mělo 5 respondentů, kteří označili své zkušenosti s mapovými portály jako malé (2) a střední (3).

Úkol č. 4 Zapněte vrstvu vrtné prozkoumanosti.

Problém s vyřešením: 2 respondenti

Průměrný čas strávený řešením: 12,9 s

Úkol byl zaměřen na základní práci s vypínáním a zapínáním vrstev. Průměrný čas, který strávili respondenti během řešení byl 12,9 s. Výraznější problémy měli dva respondenti (GEO_3 a GEO_5), kteří nebyli schopni nalézt řešení. Oba respondenti pocházeli ze skupiny GEO a jejich zkušenosti s portály byly velké a střední. Projevila se zde návaznost na předchozí úkol, ve kterém ani jeden nepoužil zapínání a vypínání vrstev.

Při řešení úkolu byly zaznamenány problémy s legendou, kdy její načtení u jednoho respondenta trvalo 22 s. Objevily se také problémy se samotným zobrazením vrstvy, které nastaly u dvou respondentů.

Úkol č. 5 Vyhledejte obec Chvalkov a zjistěte číslo mapového listu na kterém leží.

Problém s vyřešením: 3 respondenti

Průměrný čas strávený řešením: 44,2 s

V tomto úkolu měli respondenti vyhledat obec Chvalkov a následně určit číslo mapového listu. V průběhu řešení úkolu, byla mapová aplikace znovu načtena a respondenti tak začínali na úvodní obrazovce aplikace. Při vyhledávání obce respondenti vyhledávali obec Chvalkov (Jihočeský kraj), ale také obec Chválkov (Vysočina). Jako správná odpověď byla brána obě místa. Projevil se zde komplexní úkol a průměrný čas řešení byl 44,2 s. Respondenti při řešení postupovali buď vypnutím vrstvy geologické mapy a vyčtením čísla mapového listu. Nebo pomocí funkce identifikace prvku v mapě, kde se po kliknutí rozbil panel v levé části s informacemi o prvku, včetně čísla mapového listu.

Problém s řešením při zjištění čísla mapového listu nastal u respondentů GIS_24 a GEOL_7. Respondent GIS_7 měl problém s vyhledáním obce Chvalkov, kdy ani v předcházejících úkolech nepoužil vyhledávací tlačítko. Celkem 27 respondentů úkol řešilo déle než 30 s, zejména kvůli určování čísla mapového listu, které činilo respondentům problém.

Během řešení úkolu bylo odhaleno několik problémů mapové aplikace. V šesti případech úvodní načtení mapy trvalo osm a více sekund. V jednom případě dokonce 50 s. Tento problém koresponduje s odpověďmi respondentů z dotazníkového šetření, které se týkaly pomalého načítání portálu. Při následném rozhovoru tento fakt potvrdili geologové, kteří aplikaci používají častěji.

Úkol č. 6 Zobrazte legendu a klikněte do legendy mapy.

Problém s vyřešením: 1 respondent

Průměrný čas strávený řešením: 14,5 s

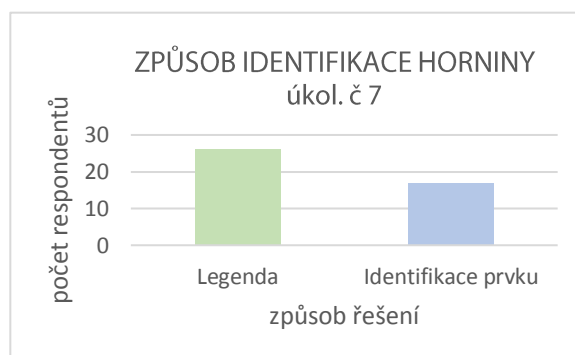
Úkol číslo 6 nepředstavoval pro respondenty větší problém. Čtyři respondenti řešili tento úkol déle než 30 s. Respondent GEOL_9 nemohl najít legendu vůbec, ačkoliv se jednalo o respondenta, který aplikaci používá poměrně často. Respondent uvedl, že s aplikací sice pracuje, ale funkci legendy nepoužívá. Jelikož byl respondent GEOL_9 prvním ze skupiny GEOL, autor práce se následně dotazoval respondentů skupiny GEOL, zda používají k práci spíše funkci legendy nebo kliknutí do mapy. Respondenti uváděli, že preferují kliknutí přímo do mapového pole.

Úkol č. 7 Určete převládající horninu ve vybrané oblasti (Chvalkov).

Problém s vyřešením: 9 respondentů

Průměrný čas strávený řešením: 36,1 s

Úkol č. 7 byl zaměřen jak na funkční stránku aplikace, tak na rozpoznání barev a identifikaci prvku v mapě/legendě. Respondenti měli za úkol identifikovat převažující horninu v oblasti. Řešení úkolu spočívalo v identifikaci prvku na základě legendy, případně kliknutím do mapy. Sledovanými parametry byly čas řešení a také zda respondent použil k identifikaci legendu či klikl do mapy (obr. 45). S identifikací správné odpovědi mělo problém devět respondentů, kteří označili špatnou horninu. U osmi respondentů nastal problém při porovnávání podobných barev v legendě a mapě. Tento fakt může být způsoben nastavením aplikace. Vrstva geologické mapy má ve výchozím nastavení přibližně 70% průhlednost, ale v legendě jsou barvy vyobrazeny bez průhlednosti. Jeden respondent, který odpověděl chybně, klikl mimo oblast a vyčetl špatnou horninu. Při řešení nastaly problémy s načítáním legendy, kdy se ve dvou případech legenda načítala více než 15 sekund. V jednom případě se legenda nenačetla ani po 120 sekundách a respondent přešel na další úkol.



Obr. 45 Způsob identifikace druhu horniny
úkol č. 7

Úkol č. 8 Vyhledejte obec Brteč.

Problém s vyřešením: 0 respondentů

Průměrný čas strávený řešením: 9,6 s

U úkolu č. 8 se projevila znalost respondentů získaná předchozími úkoly a respondenti bez problému použili příslušnou funkci. V pěti případech se mapa načítala déle než 15 s.

Úkol č. 9 Jak daleko jsou od sebe vzdáleny střed obce Brteč a střed obce Svareň.

Problém s vyřešením: 0 respondentů

Průměrný čas strávený řešením: 26,9 s

Při řešení úkolu respondenti postupovali dvěma způsoby. Většina respondentů použila funkci „měření vzdálenosti“ (35) v pravém horním panelu, menší část (7) určila vzdálenost pomocí měřítka ve spodní části. Respondenti, kteří použili k odhadu vzdálenosti grafické měřítko v průměru určili menší vzdálenost než respondenti, kteří použili funkci „měření vzdálenosti“.

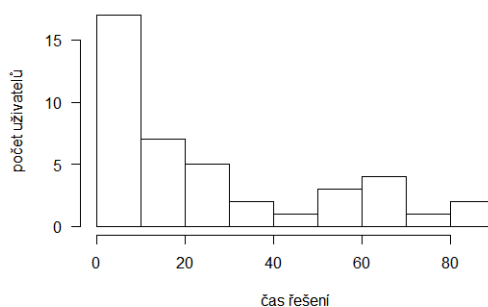
Úkol č. 10 Změňte podkladovou mapu na ortofoto.

Problém s vyřešením: 7 respondentů

Průměrný čas strávený řešením: 28,1 s

Změna podkladové mapy byla možná pouze prostřednictvím tlačítka v pravém horním rohu. S úkolem mělo problém 7 respondentů, kteří nebyli schopni nalézt tlačítko pro přepnutí podkladové mapy. Šest z těchto respondentů však označilo svoje zkušenosti s mapovými portály jako velké. Změna podkladové mapy je základní úloha při ovládnutí většiny webových aplikací a respondent by ji měl zvládnout bez větších problémů. Z histogramu na obrázku 46 je patrné, že téměř polovina respondentů úkol řešila v rozmezí 0–10 s. Autorem práce byla zvolena limitní hodnota 20 sekund, jako čas, za který by měl být respondent schopný změnit podkladovou mapu. Tento časový úsek překročilo 17 respondentů.

Téměř polovina všech respondentů (20) se špatně orientovala v prostředí aplikace a hledala přepnutí podkladových map na panelu umístěném v levé části. Tito respondenti také strávili nejvíce času při řešení této úlohy. Během testování ve dvou případech nastal problém aplikace a podkladové mapy se po kliknutí na tlačítko nenačetly.



Obr. 46 Histogram času řešení změny typu podkladové mapy úkol č. 10

Úkol č. 11 Přidejte do mapy půdní mapu.

Problém s vyřešením: 0 respondentů

Průměrný čas strávený řešením: 22,9 s

Půdní mapu bylo možné přidat přes záložku „přidat data“ v levém panelu aplikace. V celém sledovaném vzorku se nenašel respondent, který by nebyl schopný úlohu vyřešit. Bylo zde však devět respondentů, kteří úlohu řešili více než 30 sekund. V sedmi případech také respondenti hledali přidání půdní mapy v galerii podkladových map.

Úkol č. 12 Nastavte půdní mapě průhlednost na 50 %.

Problém s vyřešením: 5 respondentů

Průměrný čas strávený řešením: 28,3 s

Tento úkol navazoval na úkol přidání půdní mapy. Nastavení průhlednosti bylo možné změnit v levém panelu na záložce obsahující vrstvy mapy. Tato možnost je poměrně skrytá a není na první pohled viditelná. Skrývá se pod třemi tečkami u konkrétní vrstvy, kdy je možné zobrazit nabídku dalších možností (obr. 47).

Šestnáct respondentů hledalo možnost nastavení průhlednosti na záložce „přidat data“, kde klikali na tlačítko „podrobnosti“. Toto tlačítko však respondenta přesměruje na jiný web s metadaty vrstvy.



Obr. 47 Nastavení průhlednosti vrstvy:

vlevo správná možnost, vpravo chybná možnost často označována uživateli

Úkol č. 13 Přesuňte půdní mapu pod geologickou.

Problém s vyřešením: 2 respondenti

Průměrný čas strávený řešením: 18,6 s

Změna pořadí jednotlivých vrstev se provádí na záložce s vrstvami v levém panelu. Obdobně jako u úkolu č. 12 i zde bylo nutné kliknout na možnost tří teček a poté na možnost posunu vrstvy. Respondenti úkol zvládli bez větších problémů, pouze dva nebyli schopni nalézt řešení a pět respondentů řešilo úlohu déle než 30 s.

Většina respondentů (30) zkusila přesunout vrstvu tažením tzv. „drag and drop“. Tato možnost však v aplikaci není podporována.

Úkol č. 14 Vyhledejte na mapě území s výskytem spraše.

Problém s vyřešením: 5 respondentů

Průměrný čas strávený řešením: 66,21 s

Předposlední úkol byl záměrně vybrán až na konec testování, kdy se respondenti již seznámili s prostředím aplikace. Tento úkol bylo možné řešit několika způsoby: identifikace prvku v mapě na základě znalosti, identifikace pomocí legendy případně pomocí tlačítka pro prohledávání ve vrstvách. Většina respondentů prohledávala mapu na základě porovnání barev v legendě a poté následně vyhledání v mapě.

Tlačítko „vyhledávání“ použilo osm respondentů. Ačkoliv je tento nástroj pro tento typ úlohy velmi vhodný, respondenti mu nevěnovali pozornost a pro řešení jej nepoužívali. Uváděli, že jim symbol dalekohledu nepřišel příliš intuitivní (obr. 48).

V průběhu testování byl pozorován problém s během aplikace. Načítání dynamické legendy trvalo velmi dlouhou dobu, v jednom případě déle než 60 s, a to i pokud byl respondent přiblížen k malému rozsahu mapy.



Obr. 48 Panel nástrojů s tlačítkem „vyhledávání“

Úkol č. 15 Vytiskněte požadované území včetně legendy.

Problém s vyřešením: 0 respondentů

Průměrný čas strávený řešením: 11,1 s

S posledním úkolem respondenti neměli větší problémy. Tlačítko pro tisk území se nachází v pravém horním rohu a je jednoznačně vyobrazeno pomocí znaku tiskárny. Pouze jeden respondent řešil úkol 53 s. Ve 13 případech trvalo více než 10 s, než se načetla volba pro tisk po kliknutí na tlačítko tisku.

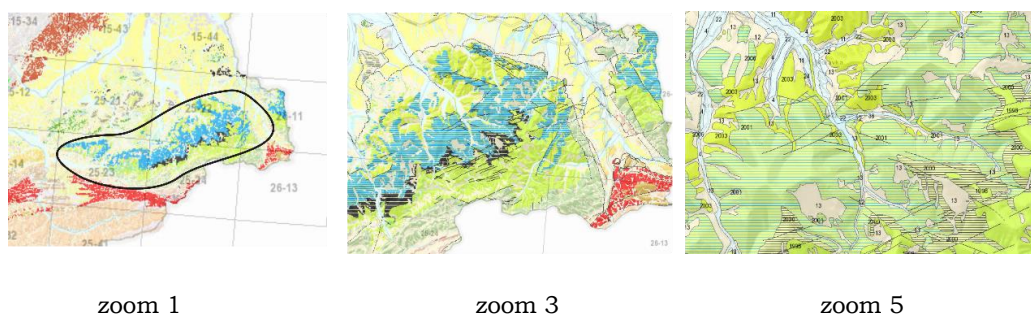
5.3.6 Rozhovor

Po skončení testu bylo respondentům položeno několik otázek.

- „Měli jste při práci s aplikací nějaké potíže?“
- „Zaujalo Vás něco během testování?“

Jelikož se jednalo o poslední experiment a celkově testování zabralo průměrně více než 30 minut, byli někteří respondenti ve svých odpovědích struční nebo nechtěli odpovídat vůbec. Reakce respondentů byly většinou bez větších podnětů ke vzhledu či problémům s aplikací. Často uváděli, že má aplikace moderní vzhled a hodně funkcí, ale je těžké se v ní orientovat. Většina respondentů ale uvedla, že se s aplikací již alespoň jednou setkala. Větší motivace respondentů vyjádřit svůj názor k aplikaci byla patrná u skupiny geologů.

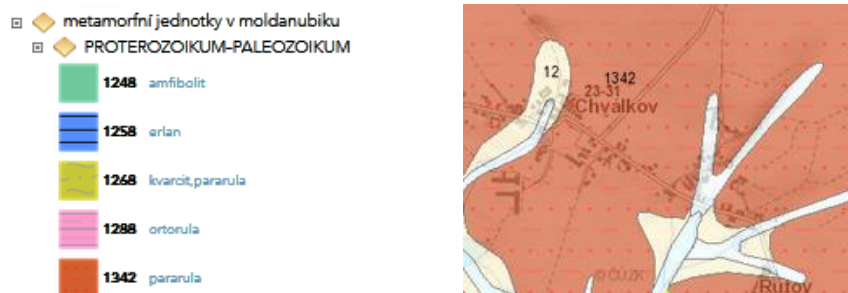
Jedna z nejčastějších připomínek, byla změna barev při změně úrovně zoomu. V první až čtvrté úrovni zoomu je vidět v oblasti Beskyd plocha s modrou barvou, která se od páté úrovně ztrácí a přechází v zelenou s modrou šrafovou. Tento fakt může být pro neznalého uživatele matoucí. Modrá barva by mohla značit štěrky/pisky, ve skutečnosti se však na území nachází pískovec. Změna barvy je dána modrou šrafovou daného polygonu (obr. 49).



Obr. 49 Změna barev při změně zoomu v mapové aplikaci

Geologové dále uvedli, že některé oblasti ve skutečnosti neodpovídá skutečné situaci v krajině, mapování není zcela přesné. Další věc, která byla odhalena, se týkala čtení barev geology. Autor se ptal na podobné barvy v úkolu č. 7 v části řešení úkolů. Geologové uvedli, že pokud se na území nachází podobné barvy, soustředí se na uvedené indexy (obr. 50) a horninu přiřadí pomocí indexů. Takové přiřazení je pak jednoznačné.

Vondráková (2013) v části své disertační práce testovala aspekty mapových produktů pomocí metody ET. Zjistila, že díky skenování, tisku či průhlednosti vrstev se může objevit barevný nesoulad mezi mapou a legendou. Potom může i jednoduchá úloha činit uživatelům problémy.



Obr. 50 Horniny s indexy

5.3.7 Shrnutí

V experimentu zaměřeném na testování mapové aplikace bylo odhaleno několik problémů. Napříč úkoly byly odhaleny funkční věci, které činily respondentům problémy např.: přepínání podkladových map, nastavení průhlednosti vrstev, nekonzistentnost průhlednosti vrstvy v legendě a mapě a další technické problémy aplikace. Napříč respondenty se neprokázal vliv zkušenosti s mapovými portály. Data zaznamenaná během testování jsou v příloze 6 v adresáři *data/aplikace.xlsx*.

6 VÝSLEDKY

Úvodní teoretická část práce byla zaměřena především na vymezení geologických map a standardizace v geologii. Byly popsány nepsané standardy, které jsou však mnohými geologickými službami přebírány. V neposlední řadě zde byly srovnány znakové klíče tří geologických služeb, na kterých byl ukázán odlišný způsob geologického mapování, tvorby a obsahu znakového klíče.

6.1 Dotazník

Provedené dotazníkové šetření bylo cíleno na uživatele, kteří pracují s geologickými mapami. Ukázalo se, že oslovení respondenti s geologickými mapami pracují, často se však jedná o uživatele, kteří nemají odborné geologické vzdělání. Nejčastější forma používaných geologických dat je podle výsledku dotazníku mapová aplikace. Výsledky dotazníku byly použity pro následný výběr skupin respondentů a definování pojmů „geolog“ a „negeolog“.

6.2 ET brýle

V ET experimentech byli respondenti rozděleni do tří skupin: geologové, geografové a geoinformatici. Tato část přinesla zajímavé výsledky a poznatky ve dvou oblastech. V první části bylo popsáno, jakým způsobem bylo možné dynamická data zpracovávat. V kapitole 5.1.2 bylo popsáno automatické zpracování dat z mobilních ET zařízení, především nástroj *Mobile Gaze Mapping*, pomocí kterého byla data zpracovávána prostřednictvím skriptovacího jazyka Python. Byla tak zpracovávána data pomocí rozpoznávání obrazu a převodu 3D souřadnic k referenčnímu 2D obrázku. Při vizuální kontrole bylo zjištěno, že výsledné *Attention maps* poměrně dobře odpovídaly výsledkům z manuální analýzy. Výsledkem jsou data s polohou a časem fixace na referenčním obrázku, která mohou být využita pro další analýzy.

Experiment byl rozdělen na dvě části. V části volného prohlížení bylo zjištěno, že skupina GIS věnovala mnohem menší pozornost samotné mapě a více času strávila nad okolními prvky. Skupiny GEO a GEOL se vyznačovaly podobným procentem sledovaných oblastí a jejich hlavní pozornost byla zaměřena na mapové pole. Při řešení úkolů byla skupina GEOL nejrychlejší a také měla nejméně chybných odpovědí. Nejvíce se projevil rozdíl mezi skupinami v úkolu č. 4, kde měli respondenti nalézt místo s četným výskytem sesuvů. Skupina GEOL zde byla výrazně rychlejší při hledání znaku v legendě. Během experimentu a následných rozhovorů byla zjištěna odlišná strategie čtení barev. Při identifikaci horniny skupina GEOL porovnávala barvy především pro rychlou orientaci. Rozhodující pro identifikaci byl však index, který je uvedený u dané horniny v mapě a legendě. Skupiny GIS a GEO v experimentu dosáhly podobných výsledků.

6.3 Skeny papírových map

Během testování papírových map se nejvíce projevil rozdíl mezi skupinami. Skupina geologů se zde projevila jako nejrychlejší. Největší rozdíl byl zaznamenán u úkolu č. 4, během kterého měli respondenti označit průběh geologického řezu v mapě. V tomto případě pracovala skupina GEOL nejefektivněji jak podle času, tak podle počtu fixací. Napříč všemi úkoly bylo zjištěno, že skupina GEOL pracovala velmi efektivně s legendou. V úkolu č. 5 při určování čísla mapového listu dosáhla skupina GEOL nejhorších výsledků s 50 % chybovostí. Poslední dva stimuly byly zaměřeny na práci s mapou v plném rozlišení, se kterou mohli respondenti interaktivně pracovat. Tato forma stimulu

nebyla na KGI-UPOL doposud testována. Bylo zjištěno, že práce s touto formou stimulu respondentům nečinila potíže. Skupiny GIS a GEO dosahovaly ve sledovaných metrikách obdobných výsledků.

6.4 Mapová aplikace

Při testování funkcionality mapové aplikace nebyli respondenti primárně rozděleni do skupin dle vzdělání, ale byli bráni jako jeden soubor. Při testování byly zjištěny problémy jak z oblasti uživatelské stránky, tak se samotným během aplikace a potvrdily se odpovědi z rozeslaného dotazníku. Velmi častým problémem byla rychlost načítání celé aplikace i přes to, že během experimentu byla rychlost internetového připojení dostačující. Během práce byl zjištěn problém změny barev polygonu při různé úrovni zoomu. Tato změna může být pro uživatele matoucí a je způsobena šrafováním polygonů. Problémy, které byly identifikovány při práci všech respondentů, byly následující:

- problém s porovnáním barev legenda/mapa
 - nestejná míra průhlednosti,
- nastavení zobrazení jednotlivých vrstev
 - možnost nastavení vrstev pod prvkem tří teček,
- přepínání podkladové mapy,
- tlačítko se symbolem dalekohledu pro prohledávání v mapových vrstvách
 - neintuitivní symbol tlačítka,
- tlačítko s nápovědou ovládání aplikace
 - tlačítko připomínající nadpis či text,
- problémy s během aplikace
 - dlouhé načítání legendy i samotné aplikace.

6.5 Shrnutí

Po vyhodnocení všech experimentů byly porovnány výsledky jednotlivých skupin. Skupina GEO byla napříč testy ve výsledcích velmi podobná skupině GIS i přes to, že respondenti ze skupiny GEO prošli geologickým kurzem. Skupina GEO tak byla zařazena ke skupině GIS a tyto skupiny byly sdruženy pod skupinu negeologů. Souhrnné charakteristiky viz tabulka 14.

Tab. 14 Srovnání skupin respondentů

Geologové	Negeologové
Velmi efektivní při práci s legendou	Pomalá práce s legendou
Celkově rychleji řeší úlohy	Pomalejší v celkovém řešení
Lépe určují horniny (indexy)	Obtížné rozeznávání druhů hornin (barva)
Více se zaměřují na mapové pole	Více se zaměřují na ostatní kompoziční prvky

7 DISKUZE

Diplomová práce byla svým tématem a obsahem velmi široká a zahrnovala mnoho oblastí. Autor práce doposud nenašel žádnou práci na toto téma. Cílem bylo analyzovat čtení geologických map geology a negeology. Již samotné vymezení pojmů „geolog“ a „negeolog“ bylo velmi problematické. K vymezení těchto pojmů autor absolvoval několik schůzek a rozhovorů s pracovníky Katedry geologie či České geologické služby. Pojem negeolog autor definoval jako osobu, která pracuje nebo je u ní potenciál budoucí práce s geologickými mapami, ale nemá odborné geologické vzdělání. Proto nebyli testováni respondenti, u kterých se nepředpokládá tato práce (např. právníci, lékaři nebo humanitně zaměřené obory). V rozeslaném dotazníku byli osloveni potenciální uživatelé geologických map. Oproti ostatním dotazníkům, které jsou publikovány v jiných diplomových pracích byl počet respondentů několikanásobně nižší. Tito respondenti však často pocházejí ze sociálních sítí a vzorek tak není zcela reprezentativní. V tomto případě však byli osloveni přímo odborníci z praxe. Složení respondentů bylo také nerovnoměrné z důvodu odlišné motivace dotazovaných. Dotazník byl rozeslán 29 geologům a odpověď přišla od 24. Oproti tomu byl dotazník rozeslán 47 pracovníkům stavebních úřadů, ale vrátilo se pouze sedm dotazníků. V dotazníku tak bylo zjištěno, kdo a v jaké formě geologické mapy používá. Dalším výzkumem by bylo zajímavé zjistit, k jakým účelům je uživatelé používají.

Rešeršní část si kladla za cíl porovnat znakové klíče několika geologických služeb. Byly srovnány tři znakové klíče, které byly volně dostupné či poskytnuty pro účely práce. Autor oslovil tři další geologické služby, zda by mu poskytly znakový klíč pro diplomovou práci, avšak žádná z těchto služeb nereagovala na zaslaný email. Na třech porovnávaných znakových klíčích je možné nalézt patrné rozdíly přístupu jednotlivých geologických služeb k mapování. Tato kapitola tak navazuje na kapitolu 3.4 věnující se standardizaci.

Samotné ET testování se skládalo ze tří testů a zúčastnilo se ho 44 lidí. Někteří respondenti však museli být smazáni a celkový počet respondentů se napříč experimenty lišil. V plánu bylo otestovat 20 geologů a 20 negeologů. Autor však narážel na problém motivace samotné skupiny geologů a také na fakt, že počet studentů KG-UPOL, kteří by vyhovovali potřebám diplomové práce, je nízký (přibližně 20). Nakonec byli osloveni také studenti geografie, kteří absolvovali geologický kurz. Tato skupina měla představovat potenciální geology a možnost zvýšení počtu respondentů v této skupině. Tato hypotéza se nepotvrdila a skupina geografů byla přiřazena do skupiny negeologů. Celkový počet respondentů skupiny GEOL odpovídá počtu respondentů v podobných studiích, které byly publikovány v zahraničí (viz kapitola 3.5). Z pohledu statistiky nemůže být tato skupina považována za reprezentativní výběr. Na dosažené výsledky je nutné nahlížet jako na výsledky pro konkrétní skupinu respondentů. Do testování byli zařazeni pouze studenti geologie od 3. ročníku výše, kteří už absolvovali mapovací kurz a byli blíže seznámeni s geologickými mapami. Práce může představovat základ k experimentu, při kterém by mohli být porovnáváni respondenti, kteří ještě nemají geologické znalosti. Poté by mohly být výsledky srovnány s testováním po absolvování geologického kurzu.

Testování s ET brýlemi bylo složité a náročné z hlediska způsobu vyhodnocení. Autorem navržený přístup manuálního vyhodnocení může být zatížen určitou nejistotou. Zvolený časový interval 2 s byl zvolen především z důvodu optimalizace vyhodnocení. Videá tak bylo možné procházet rychleji. Druhý důvod byla lokalizace oblasti, na kterou se respondent zaměřil. Tento experiment přinesl nový způsob vyhodnocení dynamických dat pomocí nástroje *Automatic Gaze Mapping* (kapitola 5.1.2). Díky tomuto způsobu mohl autor porovnat manuální vyhodnocení s výslednými *Attention maps*. Částečně se tak dá

potvrdit správnost manuálního vyhodnocení. Tento nástroj je podrobně popsán v příloze 3. V příloze 6 DVD a na webu práce jsou přiloženy skripty pro jeho další použití. Může tak posloužit pro další práce, které by se zabývaly obdobným vyhodnocováním. V práci tak bylo představeno řešení k vyhodnocení ET dat pomocí open-source nástrojů a v budoucnu by na to mohlo být navázáno prací, která se bude zabývat právě možnostmi využití těchto nástrojů.

Odpovědi na otázky v experimentu, při kterém byly testovány naskenované papírové mapy a mapová aplikace, mohly být zaznamenávány jiným způsobem. Část odpovědi byla vyjadřována respondenty slovně a autor tak musel zaznamenávat odpovědi na záznamový arch, případně dohledávat pomocí procházení videozáznamů. Testování mapové aplikace často představuje kvalitativní výzkum. Autor se zde rozhodl výsledky vyjádřit i kvantitativně pomocí časů strávených řešením úlohy, či způsobu řešení úkolů. Po připomínkách a komentářích během prezentace diplomové práce na KGI-UPOL, či na konferenci GISÁČEK, byli v tomto experimentu respondenti porovnáváni jako jedna skupina a nebyli tak členěni podle způsobu vzdělání. Během vyhodnocování bylo zkoumáno, zda nemá vliv to, že mají respondenti zkušenosti s mapovými portály. Tato zkušenost se však nepotvrdila, zejména pro subjektivnost tohoto označení. Záleželo čistě na respondentovi, zda se označil za zkušeného, či nezkušeného uživatele. Pro tento druh experimentu by bylo vhodné např. A/B testování, kde by mohly být testovány dvě varianty aplikace. Vzhledem k charakteru aplikace tato forma nebyla možná. Nalezené problémy během testování mohou posloužit pracovníkům ČGS k vylepšením funkcionality aplikace. V listopadu 2018 ČGS představila novou aplikaci přizpůsobenou pro mobilní telefony. V budoucnu by bylo možné tuto aplikaci také otestovat, případně porovnat s výsledky z desktopové aplikace.

8 ZÁVĚR

Hlavním cílem diplomové práce byla analýza čtení geologických map geology a negeology. Pro splnění cíle bylo vydefinováno, koho označuje pojem geolog a koho negeolog. K tomuto účelu byla nastudována odborná literatura a absolvovány rozhovory s odborníky, či rozeslán dotazník. Rešeršní část byla zaměřena především na vymezení geologických map a na problematiku jejich standardizace v oblasti mapování. Dílčím cílem práce bylo porovnat znakové klíče české geologické služby a zahraničních služeb. Na vybraných znakových klíčích byly ukázány rozdíly v provedení podobných znaků napříč geologickými službami. Pro zjištění, kdo geologické mapy používá v praxi, byl rozeslán dotazník vybraným odborníkům. Samotná analýza způsobu a procesu čtení mapy byla prováděna za pomoci metody eye-tracking. Dílčím cílem bylo provést záznam nad papírovou mapou, a proto bylo použito mobilní zařízení-ET brýle.

V rámci samotného testování byly realizovány tři experimenty. V prvním byly testovány geologické mapy ve fyzické podobě pomocí ET brýlí. Druhý experiment byl zaměřen na testování naskenovaných papírových map v prostředí ET laboratoře. V posledním experimentu byla otestována mapová aplikace ČGS především z hlediska její použitelnosti. Testování se zúčastnilo 44 respondentů, kteří byli rozděleni do tří skupin, a to podle oboru jejich studia (geologie, geografie, geoinformatika). Skupina geoinformatiků byla považována za skupinu negeologů. Skupina geografů byla zvolena tak, aby respondenti v minulosti prošli kurzem geologie. Nebylo jasné, zda se jedná o skupinu geologů či negeologů. Po vyhodnocení všech testů se neprojevovalo absolvování kurzu geologie skupinou geografů a tato skupina dosahovala podobných výsledků jako skupina geoinformatiků. Proto byly obě skupiny sloučeny do skupiny negeologů. K analýze čtení bylo použito mnoho metod jako např. statistická analýza, nástroj *ScanGraph* a další metody z oblasti ET. V části ET brýlí byl využit nástroj *Mobile Gaze Mapping*, se kterým pomocí rozpoznávání obrazu byla vyhodnocena naměřená data.

Ve výsledku se projeví rozdíly především mezi skupinou geologů a dalšími skupinami. Geologové byli u většiny úkolů při své práci nejrychlejší a dosáhli nejvíce správných odpovědí. Nejvýraznější byl rozdíl u sledování legendy a práce s tímto prvkem. Zde byli geologové výrazně rychlejší. Skupina geologů také přistupovala rozdílně ke čtení znaků geologických map a dokázala lépe rozeznat jednotlivé druhy hornin. Při testování strategie čtení respondentů nebyly nalezeny výraznější skupiny, které by postupovaly stejným způsobem.

Všechny dosažené výsledky byly popsány a interpretovány v předcházejících kapitolách. Veškerá data, která byla v práci vytvořena, jsou buď v archivu Katedry geoinformatiky Univerzity Palackého nebo byla přiložena na DVD k diplomové práci. Veškeré přílohy se nacházejí také na webu k diplomové práci.⁹

⁹ <http://www.geoinformatics.upol.cz/dprace/magisterske/kominek19>

POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE

Geologické mapy a grafika

Základní geologická mapa České republiky 1:25 000 Rovensko pod Troskami [Měřítko 1:25 000 ;]. Praha: Česká geologická služba, 2013. ISBN 978-80-7075-810-6.

Základní geologická mapa České republiky 1:25 000 Semily [Měřítko 1:25 000 ;]. Praha: Česká geologická služba, 2013. ISBN 978-80-7075-808-3.

Základní geologická mapa České republiky 1:25 000 Turnov [Měřítko 1:25 000 ;]. Praha: Česká geologická služba, 2013. ISBN 978-80-7075-809-0.

ČESKÁ GEOLOGICKÁ SLUŽBA, Mapa geofaktorů životního prostředí: 32-233 Černá v Pošumaví [online]. In: . [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: http://www.geology.cz/extranet/mapy/tistene/mapy25/mapy25-geofactory-zp/32233_CernaVposumavi_GEOFAKTORY.pdf

Obrázek 1 upraven podle: Free Vectors, Stock Photos, PSD Downloads | Freepik [online], [cit. 2019-04-09]. Dostupné z: <https://www.freepik.com/>

Tištěná literatura a internetové zdroje

ALT, Marco, Chi-Thien NGUYEN a Patrick TOBIEN, *A Quantitative Comparison of Fixation Filters* [online]. [cit. 2019-05-01]. Dostupné z: https://www.informatik.uni-stuttgart.de/studium/interessierte/bsc-studiengaenge/informatik/projekt-inf/2015-12-18/Gruppe_5-1.pdf

BEITLOVÁ, Markéta. *Analýza kartografické gramotnosti vybraných skupin uživatelů map* [online]. Olomouc, 2017 [cit. 2019-04-20]. Dostupné z: <https://theses.cz/id/igbzyd/>. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta. Vedoucí práce RNDr. Alena Vondráková, Ph.D.

BLÁHA, J.; HUDEČEK, T. *O legendě (nejen) tematických map*. Geografické rozhledy, 2007, 07-08.

BLAŽKOVÁ, Kateřina. *Hodnocení preferencí uživatelů tištěných map* [online]. Olomouc, 2018 [cit. 2019-04-20]. Dostupné z: <https://theses.cz/id/jvtzna/>. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta. Vedoucí práce RNDr. Alena Vondráková, Ph.D.

BRYCHTOVÁ, A., Pászto, V., Marek, L., Pánek, J. (2013). *Web-design evaluation of the crisis map of the Czech Republic using eye-tracking*. In Proceedings of the International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM: Surveying

BRYCHTOVÁ, A.; Coltekin, A. (2016). *The effect of spatial distance on the discriminability of colors in maps*. Cartography and Geographic Information Science, 229–245.

Commission for the geological map of the world (CGMW) [online]. Francie, c2014 [cit. 2019-01-30]. Dostupné z: <https://ccgm.org/>

DOLEŽALOVÁ, Jitka. *Teorie grafů při vyhodnocování časoprostorových dat* [online]. Olomouc, 2018 [cit. 2019-05-09]. Dostupné z: <<https://theses.cz/id/ym6kbv/>>. Disertační práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta. Vedoucí práce prof. Mgr. Radomír Halaš, Dr..

DOLEZALOVA, J., POPELKA, S. ScanGraph: A novel Scanpath Comparison Method Using Visualisation of Graph Cliques. [online]. Olomouc, 2016 [cit. 2018-12-1]. Dostupné z: https://bop.unibe.ch/index.php/JEMR/article/download/2522/pdf_945v3

ČGS, *Z historie ČGS* [online]. 2009a [cit. 2018-07-30]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/1919/historie>

ČGS, 2009b. *LEGEND (KEY) TO GEOLOGICAL MAP* [online]. In: . s. 71 [cit. 2019-01-30]. Dostupné z: http://www.geology.cz/projekt681700/english/outcomes/ET03_legend.pdf

ČGS, *Česká stratigrafická komise*, 2013. Česká geologická služba [online]. [cit. 2019-04-20]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/stratigraphy>

ČGS, *Mapy 1 : 25 000 -*, 2019a. Česká geologická služba [online]. Praha [cit. 2019-04-20]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/extranet/mapy/tistene/mapy25>

ČGS, *ÚVOD – 2019b*. Česká Geologická služba [online]. Praha [cit. 2019-04-20]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/extranet>

ČGS, *Mapy 1 : 50 000 -*, 2019c. Česká geologická služba [online]. Praha [cit. 2019-04-20]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/extranet/mapy/tistene/mapy50>

ČGS, *Národní geologická mapová databáze-*, 2019d. Česká geologická služba [online]. [cit. 2019-01-29]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/extranet/vav/informacni-systemy/rozvoj/ngmd>

FGDC-FEDERAL GEOGRAPHIC DATA COMMITTEE, et al. *Digital Cartographic Standard for Geologic Map Symbolization*, FGDC Document Number FGDC-STD-013 2006. 2006.

HAN, Zhang, *Semantic Gaze Mapping of BeGaze 3.2 skips some fixations?*. In: Research gate [online]. 2018 [cit. 2019-04-09]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/post/SMI_eye_tracking_Semantic_Gaze_Mapping_of_BeGaze_32_skips_some_fixations

HANZELKA, Jan. *Typologie uživatelů map na základě eye tracking systému* [online]. Olomouc, 2013 [cit. 2019-04-21]. Dostupné z: <<https://theses.cz/id/aig71x/>>. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta. Vedoucí práce Doc. Mgr. Jiří Dvorský, Ph.D..

HANŽL, Pavel; ČECH Stanislav. *Směrnice pro sestavení Základní geologické mapy České republiky 1:25 000*. Praha: Česká geologická služba, 2009. ISBN 978-80-7075-727-7.

HOJOVEC, V., DANIŠ, M., HÁJEK, M., VEVERKA, B. *Kartografie*. 1. vyd. Praha: Geodetický a kartografický podnik, 1987, 660s.

HOLMQVIST, K., Nyström, N., Andersson, R., Dewhurst, R., Jarodzka, H., & Van de Weijer, J. (Eds.) (2011). *Eye tracking: a comprehensive guide to methods and measures*, Oxford, UK: Oxford University Press.

HRADEČNÝ, Martin. *Testování konceptu story-telling na příkladu mapového průvodce* [online]. Olomouc, 2018 [cit. 2019-04-09]. Dostupné z: <<https://theses.cz/id/dtoyqq/>>. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta. Vedoucí práce doc. Ing. Zdena Dobešová, Ph.D.

HUJŇÁKOVÁ, Petra. *Analýza vybraných aspektů webových map* [online]. Olomouc, 2018 [cit. 2019-04-20]. Dostupné z: <<https://theses.cz/id/yydknl/>>. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta. Vedoucí práce RNDr. Alena Vondráková, Ph.D.

INSPIRE, 2013. *Data Specification on Geology–Technical Guidelines* [online]. [cit. 2019-05-08]. Dostupné z: https://inspire.ec.europa.eu/documents/Data_Specifications/INSPIRE_DataSpecification_GE_v3.0.pdf

JOHNSON, Bruce R.; BRODARIC, Boyan; RAINES, Gary L. *DRAFT-DRAFT-DRAFT Digital Geologic Map Model*. 1998.

KOLÁČNÝ, A. *Utilitární kartografie cesta k optimální účinnosti kartografické informace*. Geodetický a kartografický obzor. 1969, 15, 57, s. 239 – 244

KŮSOVÁ, Veronika. *Webový mapový portál města Brna* [online]. Brno, 2015 [cit. 2019-05-08]. Dostupné z: <<https://theses.cz/id/k4bdm3/>>. Diplomová práce. Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta. Vedoucí práce doc. RNDr. Tomáš Řezník, Ph.D.

MANA, Dalibor. (2008) *Tvorba a hodnocení tematických map sestavených podle návrhů uživatelů*. Diplomová práce. Katedra aplikované geoinformatiky a kartografie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova v Praze. Vedoucí práce: Prof. RNDr. Vít Voženílek, CSc

MACINNES a kol., (2018). Mobile Gaze Mapping: *A Python package for mapping mobile gaze data to a fixed target stimulus*. Journal of Open Source Software, 3(31), 984, <https://doi.org/10.21105/joss.00984>

MACINNES, Jeff, *Wearable Eye-tracking for Research:: Automated dynamic gaze mapping and accuracy/precision comparisons across devices* [online]. In: . 2018, s. 31 [cit. 2019-05-01]. DOI: 10.1101/299925. Dostupné z: <https://www.biorxiv.org/content/biorxiv/early/2018/06/28/299925.full.pdf>

MALTESE, a kol. Through their eyes: *Tracking the gaze of students in a geology field course*. Journal of Geoscience Education, 2013, 61.1: 81-88.

MALTMAN, Alex. *Geological maps: an introduction. 2nd ed.* Chichester: John Wiley, c1998, x, 260 s., 8 s. barev příl. ISBN 0471976962.

MAWER, C. H. *Cartographic standard geological symbol index, Version 3*. British Geological Survey, 2002.

MONTELLO, D. R. (2002). *Cognitive map-design research in the twentieth century: Theoretical and empirical approaches*. Cartography and Geographic Information Science, 29(3), 283–304.

MORRISON, J. L. *The science of cartography and its essential processes*. International yearbook of cartography, 1977, 16, s. 58-71.

NĚTEK, Rostislav (2015): *Rich Internet Application pro podporu rozhodovacích procesů integrovaného záchranného systému*, monografie, ISBN 978-80-244-4805-3, 162 str.

NĚTEK, Rostislav. *Frekvence využívání mapových metod na mapových portálech*. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Katedra geoinformatiky. Olomouc, 2008

OOMS, K., De Maeyer, P., Fack, V. (2014). *Study of the attentive behavior of novice and expert map users using eye tracking*. Cartography and Geographic Information Science, 41(1), 37–54.

OOMS, Kristien, a kol. *Combining user logging with eye tracking for interactive and dynamic applications*. Behavior research methods, 2015, 47.4: 977-993.

OTEVŘELOVÁ, Adéla. *Možnosti tvorby vybraných prvků znakového klíče pro školní atlasy* [online]. Olomouc, 2012 [cit. 2019-01-15]. Dostupné z: <https://theses.cz/id/kzei6c/>. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta. Vedoucí práce Mgr. Barbora Hladišová.

POPELKA, Stanislav. *Eye-tracking (nejen) v kognitivní kartografii*. Olomouc, 2018. rigorózní práce (RNDr.). UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI. Přírodovědecká fakulta

POPELKA, Stanislav. *Hodnocení 3D vizualizací v GIS s využitím sledování pohybu očí*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci pro katedru geoinformatiky, 2015. Terra notitia. ISBN 978-80-244-4803-9.

POUBA, Zdeněk, 1959. *Geologické mapování*. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd. Práce Čs. akademie věd.

PRAVDA, J. (2006). *Metódy mapového vyjadrovania – klasifikácia a ukážky*. Bratislava (Geografický ústav SAV).

ROBINSON, A. H. (1952). *The Look of Maps*. Madison, Wisconsin: University of Wisconsin press.

ŘEHOR, František, 1999. *Cvičení z geologie*. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě. Učební texty Ostravské univerzity. Přírodovědecká fakulta. ISBN 80-7042-777-9.

SAHA, Asit, a kol. *Digital cartographic standards for 1: 50,000 geologic map: some important considerations*. In: Map India Conference 2003. 2003.

ŠAŠINKA, Čeněk. *Interindividuální rozdíly v percepce prostoru a map*. [online]. Brno, 2012 [cit. 2019-04-29]. Dostupné z: <<https://theses.cz/id/aqp7p5/>>. Disertační práce. Masarykova univerzita, Filozofická fakulta. Vedoucí práce prof. PhDr. Josef Švancara, CSc.

USGS, 2005. *Selection of Colors and Patterns for Geologic Maps of the U.S. Geological Survey*. USGS Publications Warehouse [online]. [cit. 2019-02-06]. Dostupné z: <https://pubs.usgs.gov/tm/2005/11B01/05tm11b01.html>

USGS. *Geological survey research 1974*. U. S. Govt. Print. Off., 1974, 349 s. 10.3133/pp900.

VEDRAL, Jiří. *Anglicko-český slovník geologický a geodetický*. Praha: JTP, 2002. ISBN 80-86261-54-9.

VONDRÁKOVÁ, Alena. *Netechnologické aspekty mapové tvorby v atlasové kartografii* [online]. Olomouc, 2013 [cit. 2019-04-20]. Dostupné z: <<https://theses.cz/id/nexyam/>>. Disertační práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta. Vedoucí práce Prof. RNDr. Vít Voženílek, CSc.

VOŽENÍLEK, Vít a Jaromír KAŇOK, 2011. *Metody tematické kartografie: vizualizace prostorových jevů*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci pro katedru geoinformatiky. ISBN 978-80-244-2790-4.

VOŽENÍLEK, Vít.(2003): *Geograf versus geologické mapy* . Geografické rozhledy, roč. 12, č. 5/2002-2003, 122-123s.

WOLF, Julian, et al. *Automating areas of interest analysis in mobile eye tracking experiments based on machine learning*. Journal of Eye Movement Research, 2018, 11.6.

ZEMAN, Otakar a Karel BENEŠ. *Anglicko-český, geologický slovník s rejstříkem českých názvů*. 2. vyd., přeprac. Praha, 1985.

ZHANG, An; QI, Qingwen. *Symbology in the forest fire emergency map*. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Beijing, 2008, 37: 457-461.

PŘÍLOHY

SEZNAM PŘÍLOH

Vázané přílohy

Příloha 1: Otázky dotazníkového šetření

Příloha 2: Odpovědi na otevřenou otázku dotazníkového šetření

Příloha 3: Popis práce s nástrojem Mobile Gaze Mapping

Příloha 4: Ukázky stimulů

Volné přílohy

Příloha 5: Poster

Příloha 6: DVD

Popis struktury DVD

Adresáře:

- data (použitá data pro analýzu, popis dat)
- et_bryle
 - attention_maps (attention maps respondentů, raw data z nástroje mobile_gaze_mapping)
 - mobile_gaze_mapping (skripty nástroje)
 - video (video z testování)
- skeny_map
 - grafy (doprovodné grafy, které nebyly zmíněny v textu)
- text_prace
- poster
- web

PŘÍLOHA 1

Otázky dotazníkového šetření:

*Hvězdičkou jsou označeny otevřené odpovědi

1. Jaká je Vaše pracovní pozice? (možné zaškrtnout více možností současně)

- Geolog
- Geoinformatik
- Pracovník odboru územního plánování
- Pracovník odboru životního prostředí
- Jiné*

2. Jaký obor jste studoval/a?

- Geologie
- Geoinformatika
- Geografie
- Jiný*

3. Jak často pracujete s geologickými daty?

- Denně
- Několikrát do týdne
- Několikrát do měsíce
- Několikrát ročně
- Nepoužívám
- Jiné*

4. V jaké formě nejčastěji využíváte geologická data?

- Papírové mapy
- Mapový portál (geology.cz)
- GIS (WMS služby, vektorová data)
- Jiné*

5. Připadají Vám geologické mapy dobře čitelné?

- Škála 1–5
- 1 ano; 5 ne

6. Jste spokojeni s barevným provedením geologických map?

- Škála 1–5
- 1 ano; 5 ne

7. Co Vám nejvíce vadí při práci s geologickými mapami?

- Otevřená odpověď *

Dotazník je umístěn na adrese <https://forms.gle/Am5snSHt3X1tSu479>.

PŘÍLOHA 2

Otevřené odpovědi: Co Vám nejvíce vadí při práci s geologickými mapami?

Mapový portál

- „portál se často zasekává, nestíhá zadané příkazy“
- Výrazné změny vzhledu po tom, co si na něj zvyknu.
- občasné výpadky v načítání map (nevím, jestli je způsobeno na mé straně nebo na serveru ČGÚ), některé vrstvy IG rajónů se v mapě svahových nestabilit a IG poměrů načítají dost pomalu a často padají (nejvíce rajón nívních kvartérních sedimentů)
- omezené možnosti při exportu map, rychlost serveru, problémy s načítáním map, ojediněle neúplnost informací, někdy chybí mít tzv. všechno v jednom

Mapování

- Některé oblasti ČR nejsou geologicky zmapované, chybí mapy 1 : 50 000
- Chybí dostupná mapa předkvartérního podloží. U hydrogeologické mapy Hlučín chybí vysvětlivky a barvy nejsou vždy jednoznačně odlišitelné. Tento problém se obecně týká starších map. Pomohla by identifikace geologické struktury po odklíknutí kurzoru do příslušného místa tak, jak je tomu např. u geomorfologické mapy v geoportálu INSPIRE.
- "chybí celkem hodně mapových listů ve fyzické podobě (nezpracováno) chybí detailnější mapy na webu ČGS"
- horší dostupnost map podrobnějších měřítek
- nedostupnost některých listů, popř. měřítek

Barvy/legendy/použitelnost

- šílené legendy
- překryv vrstev, použití podobných odstínů barev
- Překryvnost. Vyřeší používání GIS (i online na portálu) kde lze vrstvy vypínat/zapínat dle libosti.
- množství informací
- Občas je skutečnost jiná, zároveň bych byl rád, aby se např. mapy co nejméně barevně měnily a z tohoto hlediska zůstaly co nejdéle stejné.
- Nepřehlednost

- *Nějak bych oddělil metamorfity, sedimenty a vyvřeliny. Ono to ale nějak funguje, kdyby s nimi člověk dělal častěji zvykne si na ty barvy.*
- špatné vyhledávání přesného místa

Osobní dojmy

- *Mám rad mapy obecně*
- *Brýle, občas rozměry a to, že papírové se v terénu rychle opotřebují. S pozdravem*
- *někdy se neorientuju*
- *že musím pracovat*

PŘÍLOHA 3

Nástroj Mobile Gaze Mapping umožňuje zpracování dat z mobilních ET brýlí. K nástroji byl pro ukázkou přidán skript, který vytvoří vizualizaci za pomoci heatmapy¹⁰. V adresáři *et_bryle/mobile_gaze_mapping* v příloze 6 DVD jsou umístěny skripty pro spuštění nástroje. Ve složce *et_bryle/mobile_gaze_mapping/ukazkova_data* jsou přiložena ukázková data.

Vstupní požadavky:

Pro použití nástroje jsou vyžadovány následující věci:

- **python verze 3.7**
- nainstalované balíky:
 - numpy 1.13.2
 - pandas 0.19.2
 - opencv 3.4.2.17
 - pytest 3.8.0
 - matplotlib 2.0.2
- **skripty:** requirements.py, batchRun.py, kgiAutomaticGazeMapping.py
- **soubor** ffmpeg.exe
- **vstupní data**
 - video z brýlí SMIG2 ve formátu AVI.
 - Textový soubor RAW dat vyexportovaný z BeGaze pomocí funkce export legacy to file
 - Referenční obrázek: obrázek v dostatečném rozlišení pro rozpoznání ve videu

Pro instalaci všech balíčků pomocí jednoho příkazu byl vytvořen skript **requirements.py**. Skripty a exe soubor je nutné umístit do jedné složky, do stejné složky je také třeba umístit další složku se vstupními daty. Vstupní data je nutné umístit do vstupní složky např. vstup.

Důležité je pojmenování vstupních souborů s číselným indexem ve správném tvaru. Textový soubor je nutné pojmenovat ve tvaru **p_002_test**. Video soubor musí obsahovat stejnou číslici jako textový soubor v následujícím tvaru **video-2-test**. Důležité je u obou názvů zachovat stejnou číslici a u textového souboru použít podtržítka a u video souboru pomlčky.

Postup zpracování:

V příkazové řádce spustit skript obsahující instalaci všech balíčků pomocí příkazu `pip install -r requirements.txt`

1. **Otevřít příkazovou a vstoupit do složky se skripty**
2. **Pro dávkové zpracování:**
 - **Úprava skriptu batchRun.py nastavení následujících parametrů:**
 - **Session:** číselné indexy jednotlivých souborů
 - **raw_dir:** vstupní složka
 - **output_dir:** výstupní složka

¹⁰ <https://github.com/TobiasRoeddiger/GazePointHeatMap>

- **ref_image:** referenční obrázek
- **img_width:** šířka referenčního obrázku v px
- **img_height:** výška referenčního obrázku v px.
- **Spuštění skriptu pomocí příkazu:**
 - `python batchRun.py`

3. Pro zpracování pouze jednoho záznamu: Spustit příkaz pro spuštění skriptu ve tvaru

```
python kgiAutomaticGazeMapping.py vstupni_slozka 7 vystupni_slozka
reference_image.png 2785 2000
```

- `kgiAutomaticGazeMapping.py` je název celého skriptu
- `vstupni_slozka`: název složky ve které jsou uložena vstupní data
- `7`: číselný index u vstupních dat
- `vystupni_slozka`: název složky kam mají být ukládána výstupní data
- `reference_image`: název referenčního obrázku
- `2785 2000`: šířka výška referenčního obrázku v pixelech

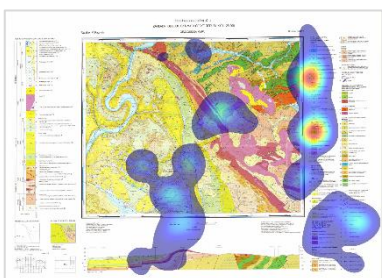
4. Výstupní data: složka/mappedGazeOutput

- **world_gaze.mp4:** originální video záznam včetně přiřazeného bodu pohledu uživatele
- **ref_gaze.mp4:** videozáznam pohybu nad referenčním statickým obrázkem
- **ref2world_mapping.mp4:** originální video záznam překrytý referenčním obrázkem: možnost ověřit kde se podařilo data korektně přiřadit.
- **gazeData_mapped.tsv:** textový soubor reprezentující pohled ve 2D a 3D souřadnicích
- **mapGazeLog.log:** log soubor, průběh detekce obrazu
- **gazeData_mapped_for_heatmap:** textový soubor vstupující do tvorby heatmapy
- **heatmap:** výsledná heatmapa

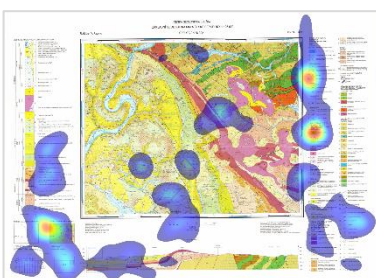
Doporučení:

Pro co nejlepší výsledky je důležité, aby vstupní video soubor byl v co nejvyšším rozlišení a zaznamenán v dobrých světelných podmínkách. Důležité je použití referenčního obrázku s dostatečným rozlišením. Při nižším rozlišení je počet přiřazených bodů menší a zejména v oblasti, kde není moc barev (rohy mapového listu) nebývá obraz přiřazen zcela korektně.

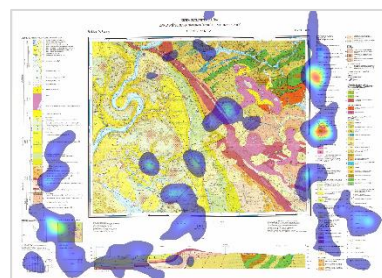
Se zvyšujícím se rozlišení obrázku, roste i výpočetní náročnost celého skriptu. Srovnání bylo prováděno na notebooku s procesorem intel core i5 3210m s frekvencí 2,5 GHz a 12 GB paměti RAM. Jak je patrné ze srovnání, výpočetní čas roste úměrně se zvyšující se velikostí referenčního obrázku. Při nejnižším rozlišení zůstala levá část mapového listu zcela bez pokrytí a záznam zde nebyl přiřazen. Mezi heatmapou B a C už není příliš velký rozdíl, ačkoliv heatmapa C obsahuje více detailů. Při vizuálním porovnání se heatmapy B a C hodně přibližují pohledu uživatele, který je zaznamenán ve videu exportovaném z programu BeGaze.



Attention map A



Attention map B



Attention map C

Porovnání časů při použití referenčních obrázků s rozdílným rozlišením

Attention map	A	B	C
Rozlišení ref. Obrázku [px]	1392 x 1000	1971 x 1415	2785 x 2000
Velikost [Mb]	1,91	3,87	7,13
čas/frame [s]	1,95	4,15	6,43
Celkový čas [s]	1980	4212	6532
Celkový čas [min]	33	70	109

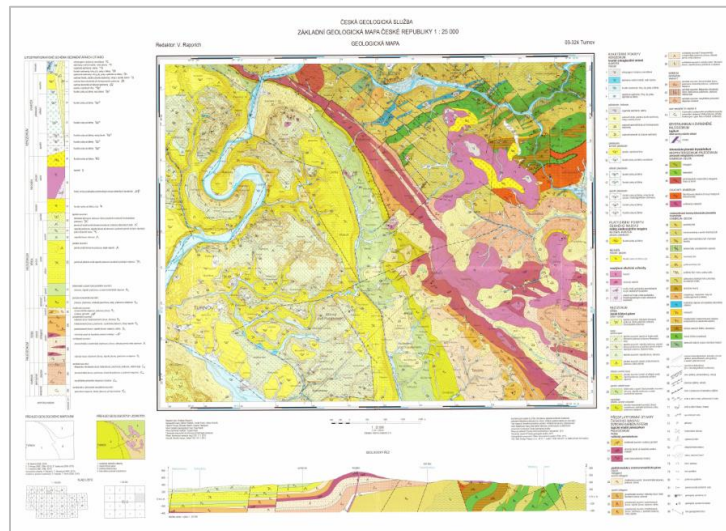
PŘÍLOHA 4

Stimuly jednotlivých úkolů v experimentech s pomocí ET brýlí a naskenovaných papírových map.

ET brýle

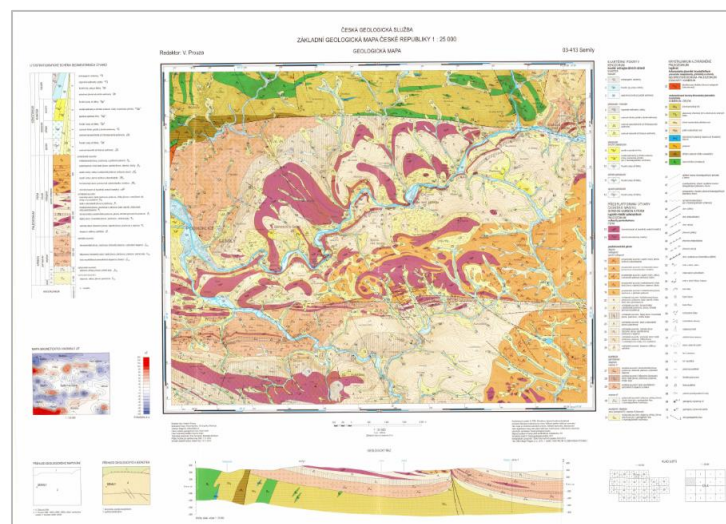
Volné prohlížení

Stimulus: ZM_25_03-324 Turnov



Řešení úkolů

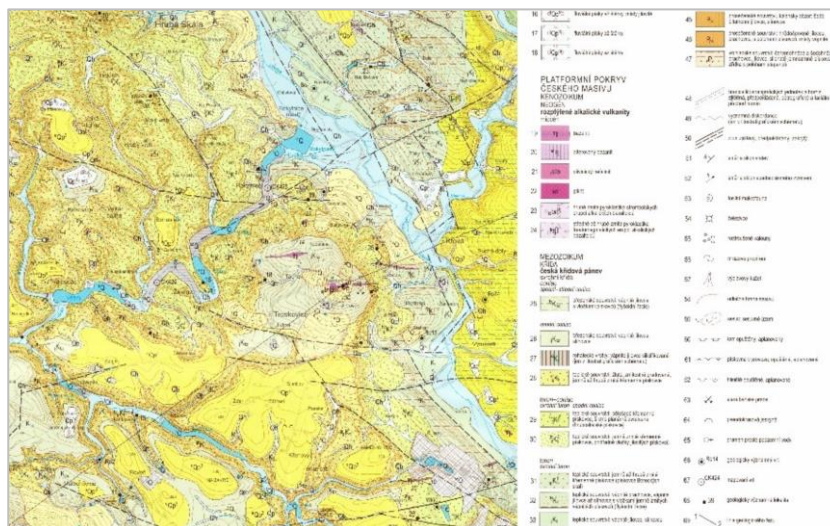
Stimulus: ZM_25_03-324 Turnov



Naskenované mapy

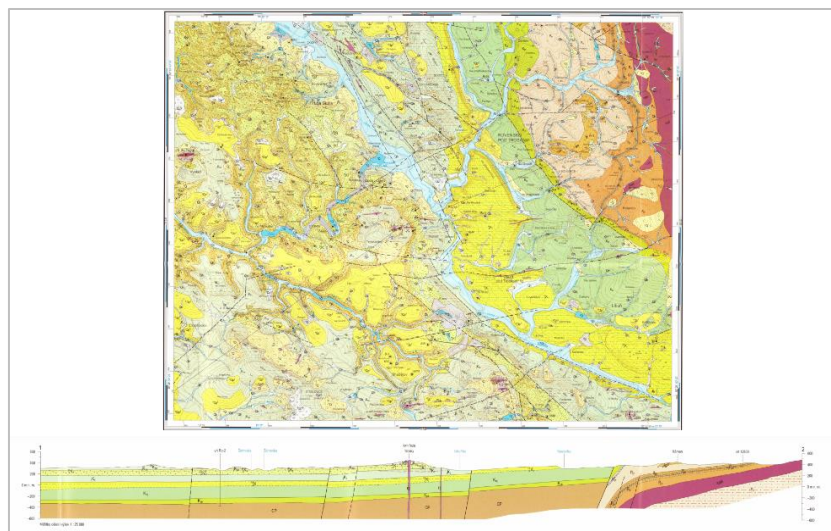
Úkol č. 1, 2, 3

Původní mapový list: Zm_25_03-342_ Rovensko pod Troskami



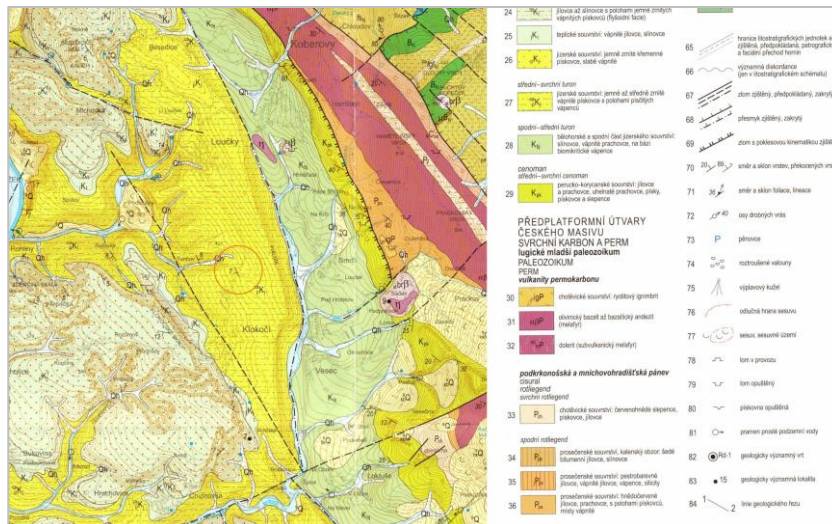
Úkol č. 4

Původní mapový list: Zm_25_03-342_ Rovensko pod Troskami



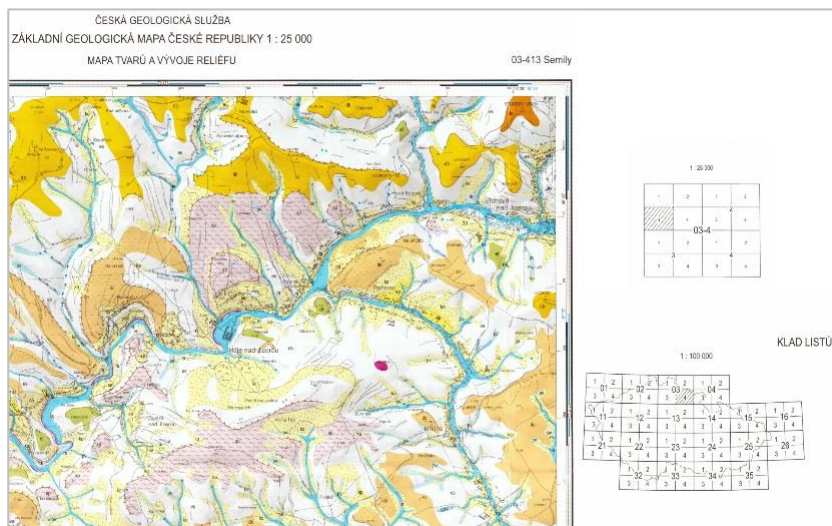
Úkol č. 5

Původní mapový list: Zm_25_03-342_ Rovensko pod Troskami



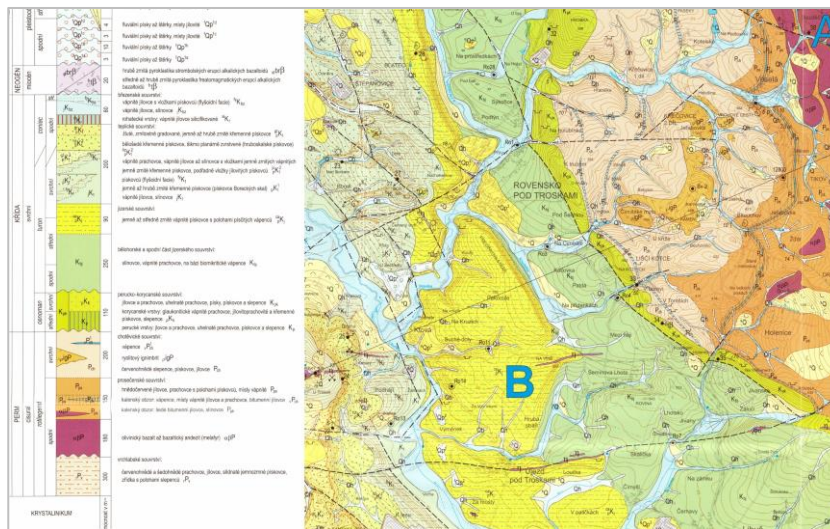
Úkol č. 6

Původní mapový list: Zm_tvary_25_03-413 Semily



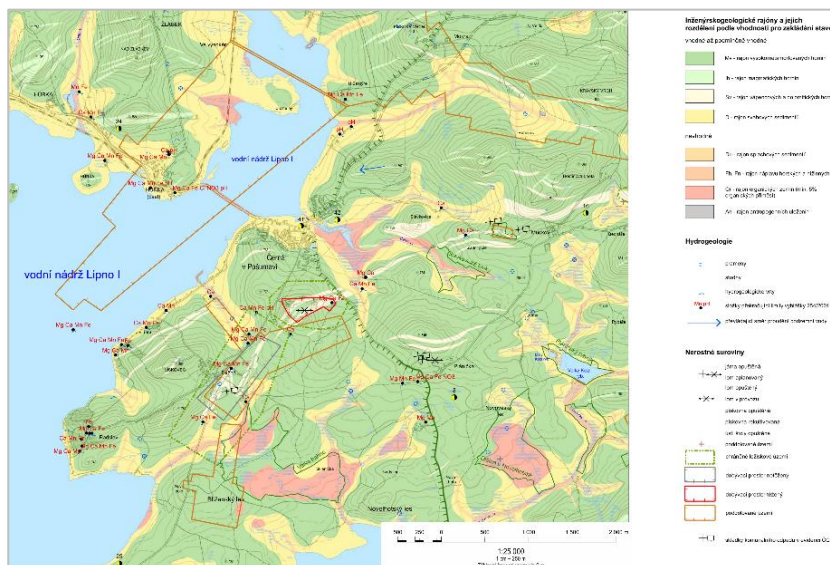
Úkol č. 7

Původní mapový list: Zm_25_03-342_ Rovensko pod Troskami



Úkol č. 8

Původní mapový list: Zm_25_geofactory_32_23 Černá v Pošumaví



Úkol č. 9, 10

Mapový list: ZM_25_03-324 Turnov

