

EYE-TRACKING STUDIE

PROMĚNY OLOMOUCE V ČASE

Cílem této studie bylo ověřit použitelnost webové mapové aplikace „Proměny Olomouce v čase“. Hlavní metodou hodnocení byl eye-tracking, který umožnil detailně sledovat vizuální pozornost uživatelů při práci s aplikací. Z pořízených záznamů byly následně extrahovány také logované interakce participantů, konkrétně změny URL adres odrážející jejich postup a navigaci v rozhraní. Tento přístup umožnil propojit informace o tom, kam se uživatelé dívají, s tím, jaké kroky skutečně provádějí.

Eye-trackingová analýza byla doplněna dotazníkovým šetřením realizovaným bezprostředně po skončení testování. Dotazník se skládal ze dvou částí: standardizovaného nástroje UEQ (User Experience Questionnaire) pro hodnocení uživatelského prožitku a doplňující sekce zaměřené na demografické charakteristiky, předchozí zkušenosti a subjektivní hodnocení aplikace. Tato část poskytla kontext pro interpretaci naměřených dat a umožnila lépe porozumět individuálním rozdílům mezi participanty.

Kombinace objektivních behaviorálních dat, záznamů interakcí a subjektivního hodnocení vedla k vytvoření komplexního obrazu toho, jak uživatelé aplikaci skutečně používají, jaké strategie při práci volí a jak ji vnímají z hlediska použitelnosti i celkového uživatelského zážitku. Náhled testované aplikace je uveden na **obrázku 1**.



Obrázek 1 Náhled na výchozí stav aplikace Proměny Olomouce v čase.

1. PARTICIPANTI

Studie se zúčastnilo celkem 54 participantů, z toho 32 žen a 22 mužů. Věkové složení vzorku bylo výrazně koncentrováno do mladších kategorií. Nejpočetněji byla zastoupena skupina ve věku 21–30 let (n = 28; 50,9 %), následovaná kategorií do 20 let (n = 22; 40,0 %). Starší věkové skupiny byly zastoupeny pouze okrajově (31–40 let: n = 3; 5,5 %; 51 let a více: n = 2; 3,6 %).

Tato věková struktura má přímý dopad na interpretaci výsledků, které primárně odrážejí chování a preference mladších uživatelů. Zjištění vztahující se ke starším participantům je proto vhodné chápat spíše jako orientační a v dalších částech jsou u těchto skupin uváděny převážně deskriptivní postřehy bez ambice na obecnější zobecnění.

Účastníci obdrželi za absolvování testování finanční odměnu ve výši 250 Kč. Odměna měla motivační charakter a přispěla k zajištění dostatečného počtu participantů i jejich plné spolupráce během experimentu.

2. TESTOVACÍ PROSTŘEDÍ

Testování aplikace probíhalo v počítačové učebně Filozofické fakulty Univerzity Palackého. Pracoviště bylo vybaveno pěti stacionárními eye-trackery *Tobii Pro Spark* se vzorkovací frekvencí 60 Hz, což umožňovalo paralelní testování až pěti participantů během jednoho sezení. Tato konfigurace zajistila jednotné technické podmínky pro všechny účastníky a zároveň efektivní organizaci sběru dat.

Nábor participantů probíhal prostřednictvím online registrační tabulky, v níž si zájemci rezervovali konkrétní hodinový časový blok. Jediným vstupním kritériem byla alespoň základní počítačová gramotnost, odpovídající běžnému používání webových aplikací. V rámci jednoho bloku se participantů účastnili celkem čtyř experimentů, přičemž testování hodnocené aplikace bylo zařazeno jako třetí v pořadí. Mezi jednotlivými experimenty měli účastníci možnost individuální přestávky.

Finanční odměna ve výši 250 Kč byla poskytována za absolvování celého experimentálního bloku. Před zahájením testování každý participant podepsal informovaný souhlas se záznamem dat a jejich následným výzkumným využitím. Fotografie testovacího prostředí z průběhu sběru dat je uvedena na **obrázku 2**.



Obrázek 2 Testovací prostředí z průběhu sběru dat.

3. TESTOVACÍ ÚLOHY

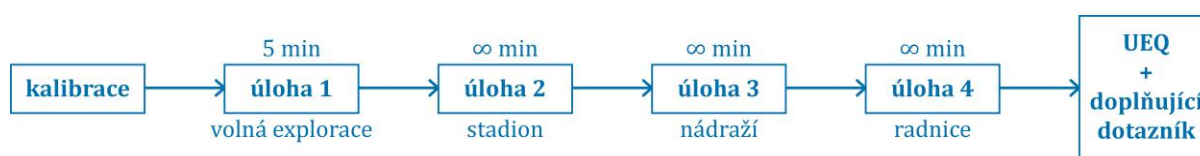
Experimentální scénář zahrnoval celkem čtyři úlohy. Klíčovou roli hrála první, explorativní úloha, během níž participanti po dobu pěti minut volně procházeli aplikaci bez předem stanoveného cíle. Cílem této fáze bylo zachytit přirozené strategie práce s rozhraním, spontánní orientaci v obsahu a prvotní interakci s dostupnými funkcemi. Časový limit byl řízen automaticky systémem, který po jeho uplynutí účastníky bez zásahu výzkumníka přesměřoval na následující úlohu.

Zbývající tři úlohy měly cílenější charakter a byly navrženy tak, aby aktivovaly konkrétní nástroje a funkce aplikace (např. práci s historickými vrstvami, vyhledávání lokalit nebo porovnávání mapových podkladů). Tento postup umožnil sledovat nejen spontánní chování uživatelů, ale také jejich schopnost řešit konkrétní úkoly vyžadující využití vybraných prvků rozhraní.

Před zahájením experimentu byla u každého participanta provedena kalibrace eye-trackeru. Po jejím úspěšném dokončení následovalo zobrazení úvodních instrukcí a poté samotné plnění úloh. Úlohy byly prezentovány ve fixním pořadí bez randomizace, aby byl zajištěn jednotný průběh testování napříč všemi participanty (obr. 3). Konkrétní zadání jednotlivých úloh je uvedeno v tabulce 1.

Tabulka 1 Zadání čtyř úloh pro eye-tracking testování použitelnosti aplikace

ID úlohy	Zadání úlohy
Task 1	Volná explorace – Po dobu pěti minut volně prozkoumávejte mapovou aplikaci. Můžete prohlížet různé mapové podklady, přibližovat, oddalovat a přepínat zobrazení. Zaměřte se na to, co Vás zaujme, a procházejte aplikaci dle vlastního uvážení.
Task 2	Andrův stadion – Najděte v mapě Andrův fotbalový stadion v Olomouci. Prohlédněte si, jak se stadion a jeho okolí proměnily od roku 1978 do současnosti. Využívejte dostupné mapové vrstvy a historické snímky. Jakmile budete mít dle svého uvážení úkol splněn, stiskněte klávesu F10.
Task 3	Bývalé hlavní nádraží – Pomocí historických map najděte místo, kde se nacházelo původní hlavní nádraží v Olomouci v 19. století. Jakmile budete mít dle svého uvážení úkol splněn, stiskněte klávesu F10.
Task 4	Radnice – Najděte olomouckou radnici. Pomocí nástroje Swipe nebo Multiview nebo Overlay porovnejte historickou podobu radnice se současným stavem. Zapamatujte si, který z těchto nástrojů Vám pro tento typ porovnávání nejlépe vyhovuje. Jakmile budete mít dle svého uvážení úkol splněn, stiskněte klávesu F10.



Obrázek 3 Schéma experimentu.

4. VÝSLEDKY

Vyhodnocení získaných dat probíhalo ve čtyřech vzájemně se doplňujících rovinách odpovídajících použitým metodám sběru dat. Nejprve byly analyzovány výsledky standardizovaného dotazníku UEQ, následně odpovědi ze subjektivního dotazníkového šetření. Třetí část tvořilo vyhodnocení logovaných interakcí zachycujících konkrétní kroky uživatelů v aplikaci a poslední rovinu představovala kvalitativní, resp. subjektivní analýza eye-trackingových záznamů zaměřená na interpretaci vizuálního chování participantů.

V následujících podkapitolách jsou jednotlivé analýzy prezentovány samostatně, přičemž jejich syntéza a celkové zhodnocení jsou uvedeny v závěrečné kapitole 5.

4.1 DOTAZNÍK UEQ

Bezprostředně po dokončení eye-trackingového testování vyplnili participantů dotazník sestávající ze dvou částí, z nichž první tvořil standardizovaný nástroj UEQ (User Experience Questionnaire). Tento dotazník byl zvolen s cílem kvantitativně zachytit uživatelskou zkušenost při práci s testovanou aplikací a doplnit tak behaviorální data získaná pomocí eye-trackingu o subjektivní hodnocení samotných uživatelů.

UEQ je navržen pro hodnocení interakce s digitálními systémy, jako jsou webové aplikace či interaktivní vizualizace, a postihuje nejen pragmatické aspekty použitelnosti (např. srozumitelnost, efektivitu nebo spolehlivost), ale také hedonické a emocionální kvality, které významně ovlivňují celkové vnímání systému. Dotazník obsahuje 26 bipolárních položek ve formě sémantického diferenciálu, hodnocených na sedmibodové škále mezi dvojicemi protikladných adjektiv (např. neefektivní – efektivní, matoucí – přehledný). Jednotlivé položky jsou agregovány do šesti škál: Attractiveness, Perspicuity, Efficiency, Dependability, Stimulation a Novelty. První čtyři škály reprezentují převážně pragmatickou kvalitu systému, zatímco zbývající dvě se vztahují k jeho hedonickému působení.

Výhodou UEQ je jeho ověřená psychometrická kvalita, dostupnost referenčních benchmarků a zároveň relativně nízká časová náročnost pro respondenty. Z tohoto důvodu je nástroj široce využíván v empirických studiích zaměřených na hodnocení použitelnosti a UX, včetně výzkumů v oblasti kartografie a geovizuálních aplikací. Kromě základního deskriptivního vyhodnocení umožňuje také analýzu spolehlivosti škál, identifikaci nekonzistentních odpovědí a porovnání výsledků s referenční databází jiných systémů.

V následujících podkapitolách jsou proto postupně prezentovány výsledky jednotlivých škál, doplněné o deskriptivní statistiky, intervaly spolehlivosti, analýzu rozdělení odpovědí, posouzení konzistence měření a benchmarkové srovnání.

4.1.1 DATA

Do analýzy byla zahrnuta data od všech 54 participantů, kteří po dokončení experimentu vyplnili dotazník UEQ. Celkem bylo získáno 26 položek hodnocených na sedmibodové bipolární škále, které byly následně agregovány do šesti standardních škál (Attractiveness, Perspicuity, Efficiency, Dependability, Stimulation a Novelty).

Před samotným vyhodnocením byla data zkontrolována z hlediska úplnosti a formální správnosti odpovědí. Následně byly jednotlivé položky transformovány podle oficiální metodiky UEQ na numerickou škálu v intervalu (-3; +3), kde záporné hodnoty reprezentují negativní hodnocení

a kladné hodnoty pozitivní vnímání testovaného systému. Tato transformace umožňuje přímé srovnání výsledků mezi škálami i s referenční databází UEQ.

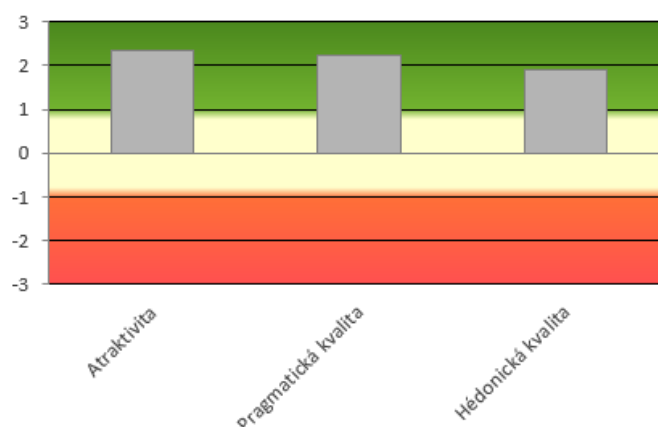
Charakteristiky výzkumného vzorku byly popsány v předchozí kapitole. Samotná interpretace výsledků je předmětem následujících podkapitol.

4.1.2 VÝSLEDKY NA ÚROVNI ŠKÁL

Průměrné hodnoty všech šesti škál UEQ se pohybují v pozitivním pásmu, což indikuje celkově příznivé hodnocení uživatelské zkušenosti s testovanou aplikací. Nejvyššího skóre dosáhla škála Atraktivita ($M = 2,35$), která odráží celkový dojem, sympatičnost a subjektivní přitažlivost systému. Výsledek signalizuje, že uživatelé mapu vnímali jako vizuálně příjemnou a celkově dobře působící.

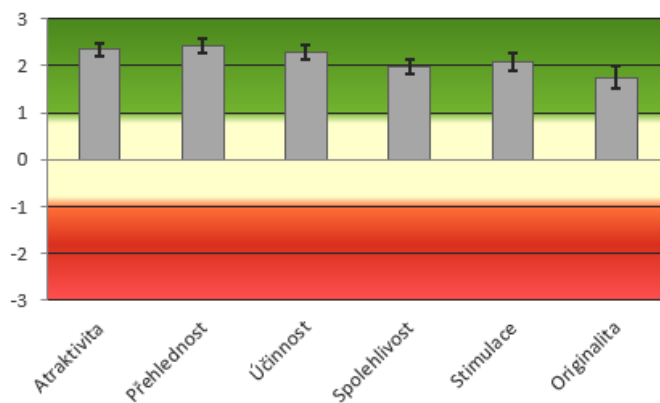
Velmi pozitivně byly hodnoceny také pragmatické aspekty použitelnosti. Agregovaná škála Pragmatická kvalita, zahrnující srozumitelnost, efektivitu a spolehlivost, dosáhla průměru 2,23. To naznačuje, že aplikace uživatelům umožňovala úlohy řešit bez výraznějších obtíží, byla pro ně pochopitelná a funkčně spolehlivá.

Hédonická kvalita dosáhla hodnoty 1,92. Přestože je tato hodnota mírně nižší než u pragmatických charakteristik, jak ukazuje **obrázek 4**, stále představuje jednoznačně pozitivní hodnocení. Aplikace tak nebyla vnímána pouze jako efektivní pracovní nástroj, ale také jako prostředí, které uživatele do určité míry motivovalo a působilo moderním dojmem.



Obrázek 4 Průměrné hodnoty z hlediska atraktivity, pragmatické a hédonické kvality.

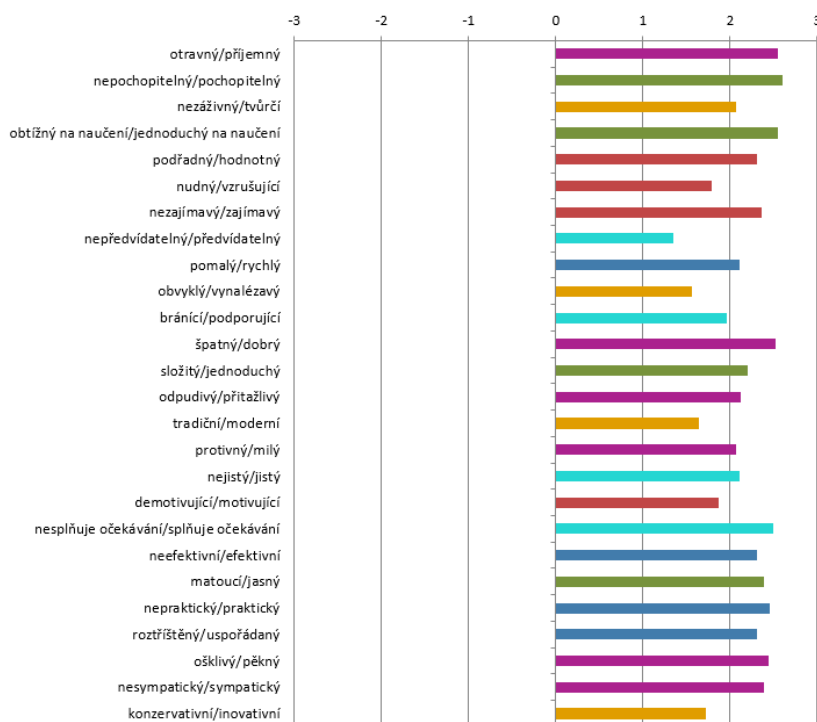
Detailnější pohled na jednotlivé dílčí škály (**obrázek 5**) ukazuje, že z pragmatických faktorů byla nejlépe hodnocena Přehlednost ($M = 2,43$), následovaná Účinností ($M = 2,30$) a Spolehlivostí ($M = 1,98$). V rámci hédonických charakteristik dosáhla vyššího skóre Stimulace ($M = 2,08$) než Originalita ($M = 1,75$), což naznačuje, že systém byl uživateli vnímán spíše jako příjemný a podporující aktivní práci než jako výrazně inovativní.



Obrázek 5 Průměrné hodnoty všech šesti škál.

4.1.3 VÝSLEDKY NA ÚROVNI JEDNOTLIVÝCH POLOŽEK

Detailní analýza jednotlivých položek potvrzuje celkově vyrovnaný a konzistentně pozitivní obraz uživatelské zkušenosti. Průměrné hodnoty všech 26 položek se pohybují v kladné části škály a žádná z nich neklesá do neutrálního či negativního pásma (**obrázek 6**). Uživatelé tedy pozitivně hodnotili všechny sledované aspekty interakce s aplikací bez výraznějších slabých míst. Nejvyšších hodnot dosáhly položky vztahující se k celkovému dojmu a praktické využitelnosti systému, zejména dvojice otravný–příjemný, špatný–dobrý, nepraktický–praktický a nesplňuje očekávání–splňuje očekávání. Tyto výsledky korespondují s vysokým skóre škál Atraktivita a Účinnost a potvrzují, že aplikace byla vnímána jako přívětivá a funkčně použitelná při řešení úloh.



Obrázek 6 Průměrné hodnoty všech 26 položek.

O něco nižší průměrné hodnoty se objevily u položek spadajících do škály Originalita, které současně vykazovaly vyšší variabilitu odpovědí. Tento vzorec může odrážet rozdílné individuální vnímání míry inovativnosti systému – zatímco část participantů považovala aplikaci za moderní a nápaditou, jiní ji hodnotili spíše jako standardní. Přesto i zde zůstávají všechny hodnoty v pozitivním pásmu, takže tyto aspekty nelze považovat za problematické.

Z hlediska rozptylu odpovědí nebyla u žádné položky zaznamenána extrémně vysoká směrodatná odchylka, která by naznačovala nejednoznačnost formulace nebo systematické nepochopení významu položky. Variabilita odpovědí odpovídá běžným hodnotám reportovaným v empirických studiích využívajících nástroj UEQ.

4.1.4 SHRNUTÍ HLAVNÍCH ZJIŠTĚNÍ DOTAZNÍKU UEQ

Výsledky dotazníku UEQ jednoznačně naznačují, že testovaná interaktivní mapa byla uživateli hodnocena velmi pozitivně napříč všemi sledovanými dimenzemi uživatelské zkušenosti. Nejvýrazněji se projevily silné stránky spojené s pragmatickou kvalitou systému, zejména přehlednost, účinnost a celková funkční spolehlivost. Uživatelé tak aplikaci vnímali především jako srozumitelný a efektivní nástroj pro práci s historickými mapovými podklady.

Pozitivně byly hodnoceny také hédonické aspekty, především stimulace a celková atraktivita rozhraní, které přispívají k příjemnému uživatelskému prožitku nad rámec samotné funkčnosti. Oproti tomu originalita systému byla vnímána spíše střídmeji, což naznačuje, že aplikace působí spíše jako solidně navržené a intuitivní řešení než jako výrazně inovativní nástroj.

V souladu s metodikou UEQ nebylo počítáno žádné agregované celkové skóre. Interpretace se proto opírá o jednotlivé škály a položky, které poskytují dostatečně podrobný a spolehlivý obraz uživatelského hodnocení a zároveň umožňují přesnější identifikaci silných a slabších stránek testovaného systému.

4.1.5 INTERVALY SPOLEHLIVOSTI

Pro posouzení robustnosti zjištěných výsledků byly u jednotlivých škál a položek dotazníku UEQ doplněny 95% intervaly spolehlivosti. Ty vyjadřují přesnost odhadu průměrných hodnot a umožňují lépe posoudit, do jaké míry jsou získané výsledky stabilní a zobecnitelné na širší populaci uživatelů. Užší intervaly indikují vyšší míru shody mezi respondenty a tím i spolehlivější interpretaci průměrných hodnot.

Na úrovni škál jsou intervaly spolehlivosti relativně úzké a ve všech případech se plně nacházejí v pozitivní části škály. To potvrzuje, že zjištěná hodnocení nejsou výsledkem náhodných výkyvů, ale představují konzistentní trend napříč celým výzkumným vzorkem. Nejvyšší přesnosti dosahuje škála Atraktivita (CI = (2,203; 2,494)), což odpovídá nízké variabilitě odpovědí a vysoké míře shody participantů v celkovém hodnocení aplikace. Podobně úzké intervaly vykazují také Přehlednost (CI = (2,279; 2,585)) a Účinnost (CI = (2,149; 2,442)), tedy klíčové pragmatické charakteristiky použitelnosti.

Mírně širší intervaly byly zaznamenány u škál Spolehlivost, Stimulace a zejména Originalita (CI = (1,512; 1,988)). Tento výsledek je v souladu s vyšší variabilitou odpovědí a odráží rozdílné individuální vnímání míry inovativnosti systému. I v těchto případech však celý interval zůstává v pozitivním pásmu, takže celkové hodnocení lze stále interpretovat jako příznivé.

Obdobný obraz je patrný i na úrovni jednotlivých položek. Aspekty spojené s celkovým dojmem, praktičností a splněním očekávání vykazují úzké intervaly a vysoký konsenzus respondentů,

zatímco položky týkající se originality či predikovatelnosti systému vykazují větší rozptyl, který lze přičíst přirozené subjektivitě těchto charakteristik. Důležité je, že ani u jedné položky interval spolehlivosti nezasahuje do neutrálního nebo negativního pásma.

Celkově tedy intervaly spolehlivosti potvrzují vysokou stabilitu zjištěných výsledků a dostatečnou přesnost odhadu průměrných hodnot, danou kombinací velikosti vzorku ($N = 54$) a poměrně konzistentního hodnocení aplikace participanty.

4.1.6 ROZDĚLENÍ ODPOVĚDÍ

Vedle průměrných hodnot bylo analyzováno také rozdělení odpovědí u jednotlivých položek dotazníku, které umožňuje detailněji posoudit strukturu hodnocení a odhalit případnou polarizaci názorů mezi participanty. Hodnoty 1–2 byly interpretovány jako negativní, 4 jako neutrální a 6–7 jako výrazně pozitivní hodnocení.

Ve všech položkách je patrné výrazné vychýlení směrem k pozitivní části škály. Převládají odpovědi v kategoriích 6 a 7, zatímco negativní hodnocení (1–3) se objevují pouze ojediněle. Neutrální odpovědi jsou rovněž zastoupeny spíše okrajově. Tento vzorec naznačuje, že uživatelé aplikaci hodnotili převážně jednoznačně pozitivně, nikoli váhavě či ambivalentně.

Zjištěné rozdělení zároveň potvrzuje závěry vyplývající z předchozích analýz průměrů a intervalů spolehlivosti. Pozitivní výsledky nejsou důsledkem kompenzace protichůdných extrémních hodnocení, ale odrážejí relativně homogenní a konzistentní vnímání systému napříč celým vzorkem.

Mírně vyšší variabilita se objevuje u položek náležejících ke škále Originalita, kde jsou častěji zastoupeny střední hodnoty škály. Ani zde však nedochází k výrazné polarizaci názorů. Rozdíly lze proto interpretovat spíše jako individuální nuance v posuzování inovativnosti systému než jako indikaci konkrétního problému použitelnosti.

Celkově rozdělení odpovědí podporuje závěr o stabilním a převážně pozitivním hodnocení testované interaktivní mapy a posiluje důvěru v interpretaci agregovaných statistických ukazatelů.

4.1.7 KONZISTENCE MĚŘÍTKA

V rámci vyhodnocení byla posouzena také vnitřní konzistence jednotlivých škál dotazníku UEQ. Spolehlivost byla hodnocena pomocí Cronbachova alfa a Guttmanova Lambda-2, tedy dvou běžně používaných ukazatelů reliability, které vyjadřují, do jaké míry položky dané škály konzistentně měří stejný latentní konstrukt. Zatímco Cronbachovo alfa představuje standardně reportovaný ukazatel, Lambda-2 je často považováno za jeho přesnější dolní odhad skutečné reliability.

Většina škál dosahuje hodnot obou koeficientů, které lze považovat za dostatečné až vysoké. Konkrétně škály Atraktivita, Přehlednost, Stimulace a Originalita vykazují dobrou vnitřní konzistenci, což podporuje spolehlivost interpretace jejich průměrných hodnot.

Škála Účinnost dosahuje nižších hodnot, přibližně na úrovni 0,6. Přesto se stále jedná o rozmezí, které je v aplikačních studiích uživatelské zkušenosti běžně akceptováno, zejména pokud je cílem deskriptivní porovnání systémů spíše než přesné psychometrické měření. Nejnižší hodnoty byly zaznamenány u škály Spolehlivost, kde oba koeficienty dosahují hodnot mírně nad 0,5. To naznačuje nižší homogenitu položek a vyžaduje opatrnější interpretaci výsledků této škály.

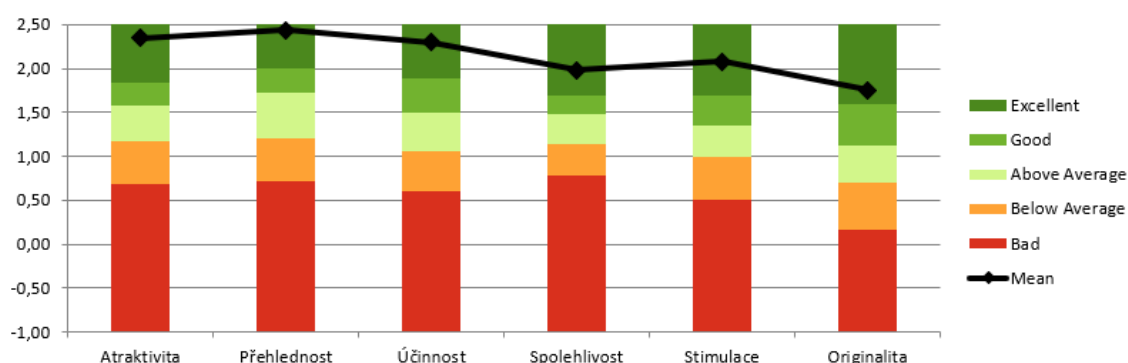
S ohledem na velikost výzkumného vzorku ($n = 54$) však nelze tyto nižší hodnoty jednoznačně považovat za indikaci problémového měřítka. Pravděpodobně se zde projevuje vyšší variabilita odpovědí a efekt vzorkování, nikoli systematické selhání konstrukce škály.

Celkově lze konstatovat, že dotazník UEQ v rámci této studie vykazuje uspokojivou úroveň reliability a získané výsledky je možné považovat za dostatečně spolehlivé. U škál s nižší konzistencí byla interpretace provedena obezřetně a vždy v kontextu dalších analytických výstupů.

4.1.8 BENCHMARK

Pro zasazení dosažených výsledků do širšího kontextu bylo provedeno benchmarkové srovnání s referenční databází UEQ. Ta zahrnuje data od 21 175 respondentů z 468 studií a pokrývá široké spektrum digitálních produktů, včetně podnikového softwaru, webových aplikací, e-shopů či sociálních sítí. Benchmark tak poskytuje relativní měřítko kvality a umožňuje interpretovat výsledky testované aplikace ve vztahu k běžné úrovni hodnocení jiných systémů.

Průměrné hodnoty všech šesti škál se v tomto srovnání řadí do kategorie Excellent (**obrázek 7**), která odpovídá přibližně 10 % nejlépe hodnocených produktů v databázi. Testovaná interaktivní mapa tak dosahuje nadstandardních výsledků napříč všemi dimenzemi uživatelské zkušenosti, a to jak v pragmatických, tak hédonických aspektech.



Obrázek 7 Průměrné hodnoty všech šesti škál vůči referenční databázi UEQ.

Nejvyšší relativní pozice byla zaznamenána u škál Atraktivita a Přehlednost, jejichž hodnoty výrazně překračují hranici 90. percentilu benchmarkové distribuce. Celkový dojem a srozumitelnost rozhraní lze tedy považovat za mimořádně silné stránky systému. Do stejné nejvyšší kategorie spadají také škály Účinnost, Spolehlivost a Stimulace. Ačkoli škála Originalita dosahuje nižší absolutní hodnoty než ostatní dimenze, i zde se výsledek stále pohybuje v kategorii Excellent, což svědčí o nadprůměrně pozitivním vnímání inovativnosti aplikace.

Benchmarkové grafy navíc ukazují, že i při zohlednění intervalů spolehlivosti zůstávají všechny škály v nejvyšší třídě hodnocení. To potvrzuje stabilitu výsledků a snižuje pravděpodobnost, že by šlo o náhodný efekt vzorku.

Celkově lze konstatovat, že testovaná interaktivní mapa dosahuje ve srovnání s rozsáhlou referenční databází UEQ výjimečně vysoké úrovně uživatelské zkušenosti a z hlediska použitelnosti i subjektivního hodnocení se řadí mezi nejlépe hodnocené digitální produkty.

4.1.9 NEKONZISTENTNOSTI

V rámci kontroly kvality dat byla ověřena přítomnost potenciálně nekonzistentních odpovědí, které mohou vzniknout například při nepozorném nebo mechanickém vyplňování dotazníku. Postup vycházel ze standardních heuristik doporučených metodikou UEQ.

První kontrola sledovala nadměrný rozptyl odpovědí v rámci jedné škály, kdy výrazný rozdíl mezi nejvyšší a nejnižší hodnotou (více než 3 body na škále -3 až +3) může indikovat nesourodé či náhodné hodnocení. Za problematické jsou považovány případy, kdy se takové výkyvy kumulují alespoň ve třech škálách. Druhá kontrola se zaměřila na opakované používání totožné hodnoty v původní sedmibodové škále; vysoký počet identických odpovědí (více než 15 položek) může signalizovat stereotypní vyplňování bez skutečného posouzení jednotlivých tvrzení.

V analyzovaném souboru nebyl identifikován žádný respondent splňující kritéria pro vyřazení. Hodnoty obou indikátorů zůstaly u všech participantů pod stanovenými prahovými hodnotami. Nebylo proto nutné přistoupit k odstranění žádných záznamů a do dalších analýz byl zahrnut kompletní datový soubor.

4.1.10 SAMPLE SIZE

V návaznosti na předchozí analýzy byla orientačně posouzena také dostatečnost velikosti výzkumného vzorku z hlediska přesnosti odhadu průměrných hodnot škál UEQ. Šířka intervalů spolehlivosti je přímo ovlivněna počtem participantů a variabilitou odpovědí, proto menší vzorky nebo vyšší směrodatné odchylky vedou k méně přesným odhadům.

Odhad potřebné velikosti vzorku vycházel ze zvolené maximální přípustné chyby odhadu E a hladiny významnosti $p = 0,05$, přičemž byly využity směrodatné odchylky z aktuálního datového souboru. Výsledné hodnoty je proto nutné chápat jako orientační a závislé na konkrétní variabilitě jednotlivých škál.

Pro běžně uvažovanou přesnost $E = 0,5$ by postačoval relativně malý počet respondentů, řádově jednotky až nižší desítky napříč škálami. Přísnější požadavek $E = 0,25$ již vyžaduje vzorky o velikosti několika desítek participantů, přičemž nejvyšší nároky se projevují u škály Originalita, která vykazuje největší variabilitu odpovědí ($SD \approx 0,90$). Naopak velmi vysoká přesnost $E = 0,1$ by vyžadovala vzorky v řádu stovek respondentů, což obvykle přesahuje možnosti laboratorních studií použitelnosti.

S ohledem na skutečnou velikost souboru ($n = 54$) lze konstatovat, že studie poskytuje dostatečně přesné a stabilní odhady průměrných hodnot pro účely deskriptivní analýzy a porovnání škál UEQ.

4.2 SUBJEKTIVNÍ DOTAZNÍK

Bezprostředně po eye-trackingovém testování participantů vyplnili doplňující část dotazníku zaměřenou na demografické charakteristiky, předchozí zkušenosti a subjektivní hodnocení aplikace. Cílem této části bylo doplnit kvantitativní výsledky z UEQ a behaviorální data z eye-trackingu o kontextové informace, které umožňují lépe interpretovat zjištěné vzorce chování a rozdíly mezi jednotlivými uživateli.

Otázky se týkaly zejména pohlaví, obecné počítačové gramotnosti, zkušeností s online a historickými mapami, znalosti města Olomouc, preferovaných způsobů vizualizace, dále

identifikace problémů a nejasností během práce s aplikací, návrhů na zlepšení a ochoty aplikaci používat i v budoucnu.

Následující podkapitoly (4.2.1–4.2.9) postupně prezentují a interpretují výsledky jednotlivých tematických okruhů tohoto šetření.

4.2.1 POHLAVÍ

Výzkumný vzorek tvořilo 32 žen a 22 mužů; jiné genderové kategorie nebyly zastoupeny. Zastoupení tedy mírně převažovalo ve prospěch žen.

Ve vztahu k preferované vizualizační metodě se objevily dílčí rozdíly mezi pohlavími. Nástroj Overlay byl zvolen výhradně ženami (5 případů), zatímco muži preferovali především metody Swipe a Multiview a u žádného z nich se preference pro Overlay neobjevila. Tyto rozdíly je však vzhledem k relativně malému počtu odpovědí vhodné interpretovat spíše orientačně.

4.2.2 OBECNÁ POČÍTAČOVÁ GRAMOTNOST

Většina participantů hodnotila svou obecnou počítačovou gramotnost jako střední až vysokou. Nejčastěji byla uváděna úroveň střední (n = 26; 48,2 %), následovaná vysokou (n = 15; 27,8 %) a velmi vysokou (n = 11; 20,4 %). Nízkou nebo velmi nízkou úroveň uvedli pouze dva respondenti (n = 2; 3,6 %).

Vzorek tedy převážně reprezentuje uživatele, kteří jsou s digitálními technologiemi relativně dobře obeznámeni. Výsledky testování je proto vhodné interpretovat primárně jako hodnocení z pohledu běžných až pokročilejších uživatelů, nikoli osob s omezenými digitálními dovednostmi. Zajímavé poznatky však přinášejí právě dva participanté s nízkou, resp. velmi nízkou gramotností (P55 a P13), u nichž se častěji objevovaly problémy související s orientací v rozhraní a se zřetelností ovládacích prvků. Například participant P13 explicitně upozornil na příliš malé tlačítko pro změnu mapového podkladu. Tyto případy poukazují na potenciální bariéry použitelnosti, které se mohou projevit zejména u méně zkušených uživatelů.

4.2.3 POUŽÍVÁNÍ ONLINE MAP

Frekvence používání běžných online mapových služeb (např. Mapy.com, Google Maps) byla ve vzorku velmi vysoká. Téměř polovina participantů uvedla, že tyto nástroje používá velmi často (n = 25; 46,3 %), a dalších 23 osob (42,6 %) je používá často. Pouze menší část respondentů uvedla občasné (n = 5; 9,3 %) nebo zřídka se vyskytující používání (n = 1; 1,8 %).

Vzorek tedy tvoří převážně uživatelé se značnou zkušeností s webovými mapami a se základními interakčními principy, jako je přibližování, posun mapy nebo přepínání vrstev. Zjištěné problémy při práci s testovanou aplikací proto nelze primárně přičítat nedostatku obecných mapových dovedností.

Z otevřených odpovědí naopak vyplývá, že obtíže souvisely spíše s lokální znalostí města Olomouc a se specifickými prvky uživatelského rozhraní testované aplikace. Tyto faktory jsou proto pravděpodobnějšími zdroji pozorovaných bariér použitelnosti.

4.2.4 ZKUŠENOST S HISTORICKÝMI MAPAMI

Úroveň předchozí zkušenosti s historickými mapami byla ve vzorku relativně heterogenní, přičemž převažovala základní úroveň znalostí. Nejvíce participantů uvedlo základní zkušenost

(n = 25; 46,3 %), dále žádnou zkušenost (n = 12; 22,2 %), střední (n = 11; 20,4 %) a pokročilou (n = 6; 11,1 %). Většina vzorku tedy neměla s historickými kartografickými podklady hlubší praktickou zkušenost.

Při porovnání s preferovanou metodou vizualizace se objevují rozdíly mezi skupinami. U participantů se alespoň střední nebo pokročilou zkušeností jsou preference téměř rovnoměrně rozděleny mezi nástroje Multiview (52,9 %) a Swipe (47,1 %). Tito uživatelé tedy zřejmě flexibilně volí různé způsoby porovnávání mapových podkladů podle konkrétní situace.

Naopak u skupiny bez zkušeností nebo pouze se základní zkušeností převažuje metoda Swipe (62,2 %). Nástroj Overlay se navíc objevuje výhradně v této skupině (pět případů). Tento vzorec může naznačovat, že méně zkušení uživatelé preferují jednodušší nebo vizuálně přímočařejší formy porovnávání, zatímco pokročilejší uživatelé častěji využívají komplexnější nástroje umožňující paralelní zobrazení více podkladů.

4.2.5 ZNALOST OLOMOUCE

Míra znalosti města Olomouc byla mezi participanty diferencovaná. Nejčastěji byla uváděna částečná znalost (n = 24; 44,4 %), následovaná dobrou (n = 15; 27,8 %) a spíše nízkou znalostí (n = 10; 18,5 %). Pouze menší část respondentů deklarovala velmi dobrou znalost města (n = 4; 7,4 %) nebo žádnou znalost (n = 1; 1,8 %). Většina vzorku tedy disponuje alespoň základní orientací v místním prostředí, avšak nikoli detailní znalostí konkrétních lokalit.

Tato proměnná se ukázala jako významná při interpretaci obtíží během plnění úloh i při formulaci požadavků na funkcionalitu aplikace. Z participantů, kteří explicitně uvedli problém nebo nejasnost při práci s mapou (n = 6; 11,1 %), převažovali jedinci s nižší úrovní znalosti města, typicky hodnocenou jako „spíše ne“ nebo „částečně“ (např. P09, P22, P39, P55; částečně také P01). Nejčastěji se jednalo o potíže s lokalizací konkrétních objektů, například stadionu či radnice, případně obecnou nejistotu v orientaci.

Podobný vzorec se projevil i v návrzích na zlepšení aplikace. Požadavky na doplnění popisek budov, seznamu míst nebo vyhledávání lokalit se soustředily zejména u méně znalých participantů (např. P21 „označení budov pro neznalé Olomouce“, P22 „seznam některých míst“, P55 „písemné označení lokalit“). Tyto podněty naznačují, že pro uživatele bez hlubší lokální znalosti může být současná podoba rozhraní méně podpůrná a že doplnění orientačních prvků by mohlo zvýšit celkovou použitelnost aplikace.

4.2.6 NEJVÍCE VYHOVUJÍCÍ VIZUALIZAČNÍ METODA

Z hlediska celkové preference vizualizačních metod byl nejčastěji volen nástroj Swipe (n = 31; 57,4 %), následovaný metodou Multiview (n = 18; 33,3 %). Overlay preferovala pouze menší část participantů (n = 5; 9,3 %). Swipe tak představuje dominantní způsob porovnávání historických a současných mapových podkladů v rámci celého vzorku.

Při zohlednění znalosti města Olomouc se však objevují rozdílné vzorce chování. U participantů s dobrou nebo velmi dobrou znalostí lokálního prostředí výrazně převažuje Swipe (n = 14; 73,7 %). Naopak u osob se slabší znalostí města (spíše ne nebo vůbec) je častější preference Multiview (n = 6; 54,6 %), zatímco Swipe je v této skupině méně zastoupen (n = 4; 36,4 %). Tento rozdíl lze interpretovat tak, že při nižší lokální znalosti může Multiview usnadňovat orientaci díky stabilnímu paralelnímu zobrazení obou map, zatímco zkušenější uživatelé preferují rychlé a dynamické „odkrývání“ rozdílů prostřednictvím nástroje Swipe.

Díličí vazby se objevily také ve vztahu k pohlaví, kdy metodu Overlay zvolily výhradně ženy, zatímco muži se dělili mezi Swipe a Multiview. Vzhledem k velmi nízkému počtu případů (n = 5) je však vhodné tento jev chápat spíše jako orientační kvalitativní indikaci než jako robustní statistický závěr.

Kvalitativní komentáře participantů poskytují detailnější vhled do důvodů jednotlivých preferencí. Swipe je často popisován jako intuitivní, přehledný a podporující aktivní hledání rozdílů mezi mapami (např. „porovnává dvě mapy, obraz lze posunout a je dobře viditelný“ – P02; „posouvání historické a moderní mapy a pozorování rozdílů“ – P12). U části respondentů se objevuje i pozitivní emoční složka spojená se samotnou interakcí („bavilo mě to“ – P13; „je zábavná“ – P19).

Multiview je oceňován zejména pro simultánní zobrazení obou podkladů bez nutnosti posouvat dělící linii, což podle participantů podporuje přehlednost a přesnost porovnávání (např. „radši když vidím objekt zájmu vedle sebe“ – P04; „viditelnost obou mapových podkladů najednou“ – P14). Někteří respondenti explicitně zmiňují lepší orientaci díky pevným referenčním bodům nebo kurzorům (P09).

Overlay preferuje pouze malá skupina uživatelů, kteří zdůrazňují především stabilitu obrazu a jednoduchost porovnání na jednom místě bez pohybu mapy (např. „vše na jednom místě, nic se nikam nehýbalo“ – P46). Tato metoda je vnímána jako vhodná zejména pro detailní zkoumání konkrétních lokalit.

Celkově lze konstatovat, že preference vizualizační metody souvisí nejen s osobními preferencemi, ale také s úrovní lokální znalosti a očekávanou strategií práce s mapou. Volba nástroje tak odráží rozdílné přístupy k porovnávání prostorových změn – od dynamického procházení rozdílů až po statické paralelní srovnání.

4.2.7 NÁVRHY ÚČASTNÍKŮ KE ZLEPŠENÍ APLIKACE

Celkem 23 participantů uvedlo alespoň jeden konkrétní návrh na zlepšení aplikace. Odpovědi se tematicky opakují a lze je seskupit do několika hlavních oblastí, které se týkají především srozumitelnosti rozhraní, podpory orientace v prostoru, technického výkonu a rozšíření funkcionality.

Nejčastější připomínky směřovaly k zřetelnosti ovládacích prvků a celkové srozumitelnosti uživatelského rozhraní. Někteří respondenti upozorňovali na nedostatečně výrazné či obtížně dohledatelné prvky (např. „malinké“ tlačítko pro změnu map – P13), případně na vyšší kognitivní náročnost režimu Overlay, který byl částí uživatelů vnímán jako matoucí (P31, P02). Objevoval se také požadavek omezit množství přepínání a klikání (P54). Tyto podněty se častěji vyskytovaly u participantů s nižší počítačovou gramotností nebo u těch, kteří explicitně porovnávali jednotlivé režimy mezi sebou.

Druhou výraznou oblastí byla podpora prostorové orientace, zejména pro uživatele bez hlubší znalosti Olomouce. Účastníci navrhovali doplnění popisů budov a lokalit, vyhledávání míst nebo rychlý seznam významných objektů (např. P21, P22, P30, P55), případně zobrazení informačních bublin po kliknutí na objekt (P34). Tyto požadavky úzce souvisejí s předchozími zjištěními, podle nichž se obtíže při plnění úloh koncentrují právě u méně lokálně orientovaných participantů.

Další skupina připomínek se týkala technického výkonu a stability aplikace, především rychlosti načítání mapových podkladů (P15) a chování rozhraní při větším přiblížení nebo častém přepínání vrstev, které mohlo vyvolávat pocit nejistoty (P08). Menší část návrhů směřovala

k rozšíření obsahu a časové navigace, například k pokrytí většího území historickými mapami, případně k filtrování podkladů podle období (P24, P38, P42).

Zajímavým podnětem byl také explicitní návrh kombinovat výhody režimů Swipe a Multiview do jednoho nástroje (P45). Tento komentář poukazuje na to, že jednotlivé metody mohou podporovat odlišné strategie práce a jejich flexibilní propojení by mohlo zvýšit univerzálnost aplikace.

Celkově návrhy participantů naznačují, že jádro použitelnosti aplikace je hodnoceno pozitivně, avšak další zlepšení lze očekávat zejména v oblasti zřetelnosti ovládání a podpory orientace pro méně zkušené či lokálně neznalé uživatele.

4.2.8 PROBLÉMY A NEJASNOSTI BĚHEM TESTOVÁNÍ

Na položku zaměřenou na výskyt problémů či nejasností během práce s aplikací odpovědělo kladně šest participantů, což představuje 11,1 % vzorku. Celkově se tedy obtíže objevovaly spíše ojediněle a u většiny uživatelů nebyly zaznamenány zásadní překážky při plnění úloh.

Identifikované problémy lze rozdělit do dvou hlavních kategorií. První skupinu tvoří obtíže související s nedostatečnou lokální znalostí města. Někteří participanté uváděli, že neznají polohu hledaných objektů (např. stadionu nebo radnice), což vedlo k delšímu nebo nejistému hledání (např. P01, P22, P39). Tyto potíže tedy nesouvisely přímo s ovládním aplikace, ale spíše s kontextovými znalostmi uživatele.

Druhou skupinu představují technické nebo obsahové komplikace. Jednalo se například o dočasnou nefunkčnost zobrazení v úvodní části testu (P25), obtížnější orientaci v některých mapových podkladech (P55), případně o situace, kdy se po přiblížení ztrácela mapa nebo se zobrazovala vrstva bez dat (P16, P39). Tyto problémy lze již přičíst samotnému rozhraní nebo datové kvalitě podkladů.

Z hlediska interpretace výsledků je proto vhodné odlišovat problémy vyplývající z neznalosti lokálního prostředí od problémů způsobených designem či technickým řešením aplikace. Získaná data naznačují, že první typ obtíží převažuje a zároveň souvisí s požadavky na doplnění vyhledávání, popisek nebo dalších orientačních prvků, které by usnadnily práci méně zkušeným uživatelům.

4.2.9 TENDENCE K POUŽITÍ APLIKACE ZNOVU V BUDOUCNU

Deklarovaná ochota aplikaci znovu použít je napříč vzorkem jednoznačně pozitivní. Většina participantů uvedla odpověď „rozhodně ano“ (n = 44; 81,5 %), zbývající část zvolila „spíše ano“ (n = 10; 18,5 %). Negativní hodnocení se nevyskytla. Lze tedy konstatovat, že testovaná aplikace je uživateli vnímána jako dostatečně přínosná a smysluplná i pro opakované využití.

Skupina respondentů, kteří zvolili umírněnější odpověď „spíše ano“, se demograficky výrazně neliší od zbytku vzorku. U této skupiny však převažuje preference metody Swipe (9 z 10 případů), což může naznačovat, že pozitivní vztah k aplikaci je spojen zejména s intuitivními a přímočaře ovladatelnými nástroji.

Současně se právě u těchto participantů častěji objevují konkrétní návrhy na zlepšení, například doplnění popisek, vyhledávání lokalit nebo rozšíření mapových podkladů. Jejich postoj tak lze interpretovat spíše jako konstruktivní kritiku a snahu o další rozvoj aplikace než jako projev nespokojenosti.

4.3 LOGOVANÉ INTERAKCE (URL ZMĚNY)

Specifická organizace eye-trackingového testování umožnila kromě záznamu očních pohybů získat také detailní informace o uživatelských interakcích. Každá úloha byla spouštěna samostatně z výchozího stavu aplikace a běžela v interním prohlížeči softwaru Tobii, který zaznamenával mimo jiné i změny URL adresy. Tyto změny bylo možné následně využít jako nepřímý log interakcí uživatele.

Výhodou tohoto přístupu je skutečnost, že URL adresa aplikace obsahuje řadu parametrů popisujících aktuální stav zobrazení, například geografické souřadnice, úroveň přiblížení, zvolenou vizualizační metodu či kombinaci mapových podkladů v levé a pravé části rozhraní. Z každé změny URL tak lze odvodit konkrétní uživatelskou akci nebo změnu nastavení. Struktura adresy je ilustrována na **obrázku 8**.

<https://mapy.olomouc.xyz/?lat=49.594872&lng=17.255901&zoom=18&view=swipe&left=mapa-z-roku-1836&right=ortofoto-2024>

geografické souřadnice	úroveň zoomu	vizualizační metoda	zobrazená mapa v levém okně	zobrazená mapa v pravém okně
---------------------------	-----------------	------------------------	--------------------------------	---------------------------------

Obrázek 8 Příklad struktury URL adresy aplikace Proměny Olomouce v čase.

Na základě těchto logů bylo možné zpětně rekonstruovat průběh práce jednotlivých participantů, zejména jejich navigaci v prostoru, změny měřítka, volbu mapových podkladů a preferované vizualizační režimy. Logovaná data tak představují cenný doplněk k eye-trackingovým záznamům, protože umožňují propojit vizuální pozornost s konkrétními interakcemi. Následující podkapitoly proto interpretují poznatky vyplývající ze zaznamenaných změn URL adres.

4.3.1 POMĚR DVOU SOUČASNĚ ZOBRAZENÝCH MAP

Agregované logy ukazují výraznou převahu kombinace *Historical + Orthophoto*, která představuje 63,09 % celkového času stráveného ve stavech se dvěma současně zobrazenými mapami (20 286,5 s). Druhou nejčastější konfigurací je *Orthophoto + Orthophoto* s podílem 32,79 % (10 541,9 s). Naopak kombinace *Historical + Historical* se objevovala pouze okrajově (4,12 %, 1 324,4 s), tedy paralelní zobrazení dvou historických podkladů bylo využíváno jen minimálně.

Tento vzorec naznačuje, že participantů při práci v režimu „dual“ typicky používali současné ortofoto jako referenční podklad, k němuž připojovali historickou mapu. Z hlediska interpretace změn v čase jde o očekávatelnou strategii: ortofoto poskytuje stabilní současný kontext a usnadňuje orientaci v prostoru, zatímco historická vrstva slouží k identifikaci vývoje území. Nízký podíl kombinace *Historical + Historical* může indikovat, že přímé porovnávání dvou historických map bylo pro uživatele méně přehledné nebo kognitivně náročnější, a proto preferovali srovnání minulého stavu se současností.

Výraznější odchylka od tohoto obecného trendu se objevila v rámci úlohy 2, kde dominovala kombinace *Orthophoto + Orthophoto*. Tato úloha byla zaměřena na posouzení vývoje zástavby v okolí Androva stadionu a zadání explicitně směřovalo k období od roku 1978, pro které jsou k dispozici právě ortofotografické podklady. Porovnání dvou ortofot z různých období tak v tomto kontextu představovalo nejefektivnější strategii řešení.

4.3.2 DOBA VYUŽÍVÁNÍ KONKRÉTNÍCH MAP

Z hlediska celkového času stráveného zobrazením jednotlivých mapových vrstev jednoznačně dominuje *ortofoto z roku 2024* (29 854,0 s; $\approx 43,6\%$ veškerého „map-time“), které představovalo hlavní referenční podklad napříč všemi úlohami. Druhou nejvyužívanější vrstvou byla *historická mapa z roku 1836* (11 683,3 s; $\approx 17,1\%$). Je však nutné zohlednit, že obě vrstvy jsou v aplikaci nastaveny jako výchozí, a jejich vysoký podíl tak částečně odráží i tento počáteční stav.

Další vrstvy již vykazují výrazně nižší využití. Třetí nejčastější podklad, *ortofoto z roku 1978*, dosahuje pouze 2 254,6 s ($\approx 3,3\%$). Celkově prvních deset nejpoužívanějších map pokrývá přibližně 74,6 % celkového času, což naznačuje, že práce participantů byla soustředěna na relativně omezený soubor klíčových vrstev. Tento vzorec je pravděpodobně ovlivněn také zadáním úloh, které uživatele cíleně směřovalo k určitým časovým obdobím.

Rozpad podle jednotlivých úloh ukazuje, že volba podkladů úzce souvisí s charakterem zadání. *Ortofoto-2024* zůstává ve všech případech dominantní referenční vrstvou, zatímco *historická mapa z roku 1836* stabilně plní roli hlavního historického kontextu. Specifický profil se však objevuje u úlohy 2, kde vedle aktuálního ortofota výrazně narůstá využití *ortofota-1978* (2 187,6 s pouze v rámci této úlohy) a dalších mladších ročníků. Tento vzorec odpovídá požadavku úlohy na porovnání změn zástavby mezi dvěma časovými řezy ortofotografických snímků.

Na opačném konci spektra se nachází několik vrstev s minimálním využitím (např. *mapa z roku 1805* – 26,4 s; *Velký Olomouc* – 36,5 s; *ortofoto-1962* – 41,8 s). Tyto hodnoty pravděpodobně reprezentují pouze krátkodobé přepnutí nebo orientační prozkoumání bez další práce.

Celkově lze shrnout, že participanty typicky pracovali s jednou dominantní referenční vrstvou (aktuální ortofoto) a omezeným počtem vybraných historických podkladů, přičemž využití dalších map bylo převážně úlohově podmíněné.

4.3.3 KOMBINACE TYPU VIZUALIZAČNÍ METODY A MAPY

Analýza kombinací vizualizační metody a konkrétní mapové vrstvy ukazuje, že využití aplikace je silně koncentrováno do několika málo dominantních konfigurací. Největší podíl zaujímá kombinace *Swipe + ortofoto-2024* (18 458,0 s; $\approx 27,0\%$ celkového „type-map time“), následovaná *Swipe + mapa 1836* (8 172,1 s; $\approx 11,9\%$). Mezi další výrazné kombinace patří *Multiview + ortofoto-2024* (6 896,2 s; $\approx 10,1\%$) a *Overlay + ortofoto-2024* (4 061,6 s; $\approx 5,9\%$). Tyto čtyři konfigurace dohromady pokrývají přibližně 55 % celkového času, což naznačuje, že práce participantů se soustředila především na několik preferovaných režimů zobrazení s dominantními referenčními podklady.

Při agregaci podle samotného typu vizualizační techniky je patrná výrazná dominance režimu *Swipe* ($\approx 58,1\%$), následovaného *Multiview* ($\approx 22,9\%$) a *Overlay* ($\approx 12,9\%$), zatímco čisté *Single* zobrazení se uplatňovalo pouze okrajově ($\approx 4,3\%$). U nejpoužívanějších map je tento trend ještě zřetelnější. U *ortofota-2024* připadá přibližně 61,8 % času na *Swipe*, 23,1 % na *Multiview* a 13,6 % na *Overlay*; u *historické mapy z roku 1836* tvoří *Swipe* zhruba 70 %, zatímco zbývající režimy jsou zastoupeny podstatně méně.

Výsledky tedy naznačují, že participanty typicky kombinovali klíčové mapové podklady s technikami podporujícími přímé vizuální porovnávání, zejména se *Swipe*. Režim *Single* sloužil spíše jako doplňkový nebo přechodový stav při změně vrstev.

Naopak u méně využívaných kombinací je patrný dlouhý „tail“ s velmi nízkými hodnotami, který pravděpodobně odpovídá krátkodobému přepínání vrstev, ověřování alternativních podkladů nebo explorativnímu testování možností rozhraní. Celkově se tak potvrzuje, že časová dominance konkrétních map se v uživatelském chování promítá především prostřednictvím několika stabilních a preferovaných kombinací.

4.3.4 DOBA VYUŽÍVÁNÍ KONKRÉTNÍCH VIZUALIZAČNÍCH METOD

V celkovém souhrnu jednoznačně dominuje metoda *Swipe*, která představuje 19 903,1 s, tedy 54,78 % z celkového „type-time“ (36 330,4 s). S výrazným odstupem následují *Multiview* (7 823,3 s; 21,53 %) a *Overlay* (4 426,5 s; 12,18 %), zatímco režim *Single* je využíván spíše okrajově (2 923,7 s; 8,05 %). *Swipe* tak představuje hlavní pracovní strategii participantů při porovnávání mapových podkladů.

Podrobnější rozpad podle jednotlivých úloh však ukazuje, že dominance *Swipe* není konstantní, ale úzce souvisí s charakterem zadání. V cílených úlohách 2 a 3 je jeho podíl ještě výraznější než v celkovém průměru (úloha 2: 61,26 %, úloha 3: 67,09 %). Naopak v úloze 1, která měla explorativní charakter, je rozložení metod vyrovnanější (*Swipe* 46,93 %, *Multiview* 24,24 %, *Overlay* 16,93 %). Účastníci zde zjevně častěji experimentovali s různými režimy a testovali možnosti rozhraní.

Explorativní povaha úlohy 1 se promítá také do relativně vyššího podílu režimu *Single* (10,94 %). V následujících úlohách zaměřených na konkrétní porovnávání map však jeho význam výrazně klesá (např. úloha 2: 4,75 %, úloha 4: 3,53 %). *Single* zobrazení tak pravděpodobně sloužilo především k orientačnímu prohlížení nebo krátkodobému ověření detailů, nikoli jako primární strategie řešení úloh.

Celkově lze konstatovat, že po úvodní exploraci participantů rychle konvergovali k technikám podporujícím přímé vizuální srovnávání, zejména *Swipe* a částečně *Multiview*, zatímco *Single* a *Overlay* plnily spíše doplňkovou roli. Volba vizualizační metody tak odráží specifické požadavky jednotlivých úloh i preferované strategie práce s mapou.

4.3.5 DOBA ŘEŠENÝCH ÚLOH

Celkové časy řešení se mezi jednotlivými úlohami systematicky lišily a vykazují zřetelný trend postupného zkracování. Nejdelší byla v průměru úloha 1 (≈ 275,2 s; 4 min 35 s), následovaná úlohou 2 (≈ 187,1 s; 3 min 7 s), úlohou 3 (≈ 119,0 s; 1 min 59 s) a nejkratší úlohou 4 (≈ 95,4 s; 1 min 35 s). Tento vývoj odpovídá očekávanému efektu učení: po úvodní orientaci v rozhraní se zvyšuje efektivita práce a následující úlohy jsou řešeny cíleněji, s menší mírou explorační.

Specifické postavení má úloha 1, která byla koncipována jako časově fixovaná explorativní fáze („po dobu pěti minut si vyzkoušejte aplikaci“). Systém měl po uplynutí pěti minut automaticky přejít na další úlohu. Naměřený průměr 4 min 35 s, tedy mírně nižší než plánovaných pět minut, lze vysvětlit předčasným přepnutím některých participantů, ať už neúmyslně, nebo záměrně. Rozptyl časů je zde relativně malý (≈ 3 min 54 s až 5 min 3 s), což potvrzuje, že většina účastníků setrvala v exploraci téměř po celou stanovenou dobu.

U dalších úloh se objevují výraznější individuální rozdíly. Nejvýraznější extrém je patrný u úlohy 2, kde minimální čas 5,9 s (P10) pravděpodobně neodráží reálné splnění zadání, ale spíše technický artefakt nebo předčasné ukončení úlohy. Na opačném konci spektra dosahuje

maximální čas 805,6 s (13 min 26 s), což naznačuje velmi pomalou nebo důkladně explorativní strategii, například opakované přepínání vrstev a detailní porovnávání map.

Celkově tedy časová analýza potvrzuje, že po počáteční fázi seznamování s aplikací participanti postupně přecházeli k efektivnějším a cílenějším strategiím práce, přičemž variabilita u jednotlivých úloh odráží rozdílné přístupy k řešení i individuální strategie uživatelů.

4.3.6 ANALÝZA PŘIBLÍŽENÍ/ODDÁLENÍ (ZOOM)

Analýza úrovně přiblížení ukázala, že hodnota zoomu se během experimentu pohybovala v rozmezí 10–20, přičemž většina času byla soustředěna kolem úrovně 16 (medián 16; průměr 16,12; časově vážený průměr 16,01). Variabilita byla relativně nízká ($SD \approx 1,66$), což naznačuje, že participanti pracovali převážně v podobném „pracovním“ měřítku a výraznější přiblížení či oddálení využívali spíše epizodicky.

Mezi jednotlivými úlohami se však projevila zřetelná změna strategie. Časově vážený průměr zoomu byl nejnižší v úloze 1 (15,31), vyšší v úloze 2 (16,65) a nejvyšší v úloze 4 (17,16). Tento trend odpovídá charakteru zadání: úvodní explorativní úloha podporovala spíše orientační procházení území ve větším měřítku, zatímco následné úlohy vyžadovaly detailní porovnávání konkrétních lokalit, a tedy práci s vyšším přiblížením.

Podobný posun je patrný i při rozlišení podle vizualizačních technik. V úloze 1 vykazuje nejnižší průměr režim *Single* (14,75) a mírně vyšší *Multiview* (15,69), zatímco v úloze 4 se hodnoty napříč všemi režimy sblížují a posouvají k vyšším zoomům (*Single* 17,50; *Overlay* 17,46; *Multiview* 17,19; *Swipe* 17,03). Rozdíly jsou tak primárně úlohově podmíněné, nikoli závislé na samotném typu zobrazení.

Kontrola extrémních hodnot naznačila, že většina odchylek má systematický charakter. Nízké průměry v úloze 1 souvisely s občasnými epizodami výrazného oddálení (zoom 10–11), které však tvořily jen malou část celkového času. Naopak velmi vysoký průměr u *Single* v úloze 4 byl způsoben převážně chováním jednoho participanta (P55), a je proto vhodné jej chápat jako individuální strategii, nikoli obecný vzorec.

Celkově lze shrnout, že práce s měřítkem byla napříč experimentem stabilní a odpovídala charakteru úloh: od širší orientace v prostoru k postupnému přechodu na detailní lokální porovnávání.

4.4 SUBJEKTIVNÍ ANALÝZA ZÁZNAMŮ OČNÍCH POHYBŮ

Subjektivní analýza eye-trackingových záznamů byla provedena formou kvalitativní vizuální inspekce individuálních videozáznamů se zobrazenými očními pohyby participantů. Cílem této části nebyla kvantifikace pozornosti prostřednictvím standardních metrik (např. počet fixací či jejich trvání), ale hlubší porozumění strategiím řešení úloh, způsobům vizuálního porovnávání mapových podkladů a identifikace opakujících se bariér při práci s rozhraním.

Tento přístup umožňuje zachytit aspekty chování, které se obtížně popisují čistě numericky, například sekvence kroků při hledání objektů, váhání při volbě nástroje, opakované přepínání mezi režimy nebo momenty nejistoty a dezorientace. Kvalitativní inspekce tak poskytuje kontext k výsledkům získaným z dotazníků a logovaných interakcí a pomáhá vysvětlit, proč se v datech objevují určité vzorce využívání mapových vrstev či vizualizačních technik.

Subjektivní analýza proto slouží jako interpretační most mezi kvantitativními ukazateli a skutečným uživatelským chováním a doplňuje celkový obraz použitelnosti testované aplikace.

4.4.1 ÚLOHA 1 – VOLNÁ EXPLORACE

Explorativní úloha vedla u většiny participantů k rychlé orientaci na mapové okno a k postupnému seznamování se strukturou rozhraní. V očních záznamech se typicky střídaly delší epizody soustředění na mapový obsah s krátkými návraty pohledu k ovládacím prvkům, zejména k přepínání mapových podkladů, volbě vizualizačních metod nebo práci s průhledností. Toto chování odpovídá charakteru zadání, které explicitně podporovalo volné přibližování, oddalování a experimentování se zobrazením. Ve srovnání s dalšími úlohami proto byly v úloze 1 jednotlivé režimy využívány vyrovnaněji a účastníci častěji zkoušeli alternativní způsoby práce s aplikací.

Kvalitativní inspekce odhalila několik opakujících se strategií explorační. První skupinu tvořili uživatelé, kteří aktivně experimentovali s různými metodami zobrazení a rychle mezi nimi přepínali, aby si porovnali jejich vlastnosti. Přepínání bylo obvykle krátkodobé a mělo charakter testování funkcí spíše než systematické práce. Tito participanté následně dokázali v dotazníku formulovat konkrétní preference a argumenty pro jednotlivé vizualizační metody (např. P04, P05, P33, P49, P53).

Druhou skupinu představovali uživatelé orientovaní primárně na obsah mapy. Jejich pozornost byla dlouhodobě fixována na samotné území a ovládací prvky navštěvovali pouze tehdy, když potřebovali změnit podklad nebo upravit nastavení. Interakce s rozhraním tak probíhala ve „vlnách“ – krátká kontrola ovládnutí následovaná delší prací s mapou. Menší část participantů pak zůstávala převážně u výchozího režimu *Swipe* a soustředila se téměř výhradně na posun a změny měřítko, aniž by výrazněji experimentovala s jinými technikami (např. P14, P30, P31, P48).

Úloha 1 zároveň odhalila několik opakujících se bariér souvisejících s orientací a návratem do stabilního výchozího stavu. Někteří participanté se při výrazném oddálení nebo posunu dostali mimo očekávaný prostor a následně věnovali delší čas hledání Olomouce (např. P45, P46, P48). Objevily se také situace, kdy byl prvek *Storymapa* mylně interpretován jako navigační či vyhledávací nástroj a přechod do tohoto režimu vedl k dočasné dezorientaci a obtížnému návratu zpět (např. P53). Tyto epizody jsou obzvláště relevantní, protože vznikaly během spontánní explorační bez tlaku na splnění konkrétní úlohy, a lze je proto považovat za citlivý indikátor problémů indikujících problémy se zřetelností a dohledatelností ovládacích prvků rozhraní.

Celkově úloha 1 ukazuje, že úvodní fáze práce s aplikací má převážně charakter seznamování se s funkcemi a testování možností rozhraní. Teprve po této explorační se uživatelské strategie stabilizují a směřují k efektivnějšímu, cílenému využívání vybraných nástrojů.

4.4.2 ÚLOHA 2 – ANDRŮV STADION

Úloha 2 byla zaměřena na lokalizaci Androva stadionu a posouzení proměn jeho okolí v období od roku 1978 do současnosti. Z kvalitativní inspekce očních záznamů vyplývá, že většina participantů využívala aktuální ortofoto (2024) jako stabilní referenční kotvu pro prostorovou orientaci a teprve následně přecházela k historickým ortofotům, zejména k roku 1978. Tento postup odpovídá přirozené interpretační strategii: současný snímek poskytuje srozumitelný kontext pro identifikaci ulic, dominant a struktury zástavby, zatímco historické podklady slouží k rekonstrukci minulého stavu a následnému porovnání změn.

V záznamech se opakovaly dvě hlavní strategie řešení. Častější byl postup, při němž participant nejprve lokalizoval stadion v aktuálním ortofotu a následně postupně „krokoval“ do minulosti přepínáním starších podkladů. Porovnávání probíhalo převážně pomocí režimu *Swipe*, který umožňoval rychlé odkrývání rozdílů, případně prostřednictvím *Multiview* pro stabilní paralelní srovnání. Režim *Single* se objevoval spíše krátkodobě, typicky pro ověření polohy v jednom konkrétním podkladu. Druhá, méně častá strategie spočívala v přímém kontrastu dvou časových řezů (1978 vs. 2024) bez detailního procházení mezilehlých období. Tito participanté se soustředili na základní vizuální rozdíly a po jejich identifikaci úlohu uzavřeli.

Úloha 2 zároveň ukázala, že obtížnost úlohy často nepramenila z rozhraní aplikace, ale spíše z nedostatečné lokální znalosti města. U části participantů se prodlužovala fáze vyhledávání, která se projevovala dlouhým vizuálním skenováním mapy ve středních úrovních přiblížení, opakovanými návraty pohledu k ovládacím prvkům a snahou najít orientační nápovědu v podobě popisek nebo vyhledávání (např. P01, P08, P39, P55). Tyto projevy podporují interpretaci, že část kognitivní zátěže byla dána samotným zadáním úlohy a nikoli nedostatky uživatelského rozhraní, což se promítlo i do návrhů na doplnění popisek či vyhledávacích funkcí.

Celkově úloha 2 potvrzuje, že při cíleném porovnávání změn v čase participanté spontánně volí strategie založené na stabilní současné referenci a přímém vizuálním srovnávání, především prostřednictvím režimů *Swipe* a *Multiview*.

4.4.3 ÚLOHA 3 – BÝVALÉ HLAVNÍ NÁDRAŽÍ V 19. STOLETÍ

Úloha 3 byla založena na práci s historickými mapami a vyžadovala nalezení polohy původního hlavního nádraží v 19. století. Z hlediska strategií vizuální pozornosti šlo o nejvíce kartograficky orientovanou úlohu, protože nešlo primárně o porovnávání dvou časových řezů, ale o samotné dekódování historického mapového obsahu. Participanté museli interpretovat dobovou symboliku, rozpoznat železniční infrastrukturu a následně ji propojit se současným prostorovým kontextem.

V očních záznamech se opakovaně objevoval vzorec „nejprve výběr vhodného historického podkladu, poté jeho dekódování“. Účastníci nejprve věnovali pozornost seznamu vrstev a volbě konkrétní mapy a následně se soustředili na detailní prohlížení vybraného podkladu, zejména na liniové prvky železnice, textové popisky a významné uzly. Časté bylo také krátkodobé přepínání do režimu *Single*, který umožňoval nerušené čtení mapy bez paralelního porovnávání s dalším podkladem. Tento jev odpovídá i kvantitativním výsledkům, podle nichž byl podíl režimu *Single* v úloze 3 vyšší než v ostatních cílených úlohách.

Jako klíčová se ukázala schopnost participantů rozpoznat dobové označení nádraží nebo obecně číst historickou topografii. U některých jedinců bylo nalezení správné polohy explicitně spojeno s identifikací nápisu „Bahnhof“ (např. P02, P03, P45, P49), který fungoval jako jednoznačný orientační bod.

Úloha 3 tak diferencovala participanty méně podle technického zvládnutí rozhraní a více podle kombinace zkušenosti s historickými mapami, prostorové orientace a trpělivosti při dekódování mapového obsahu. Tyto rozdíly se v eye-trackingových záznamech projevily zejména odlišnou délkou dekódovací fáze a rozdílnou frekvencí návratů pohledu k ovládnutí vrstev. Celkově tedy šlo o úlohu, která více testovala kartografickou gramotnost než samotnou použitelnost rozhraní.

4.4.4 ÚLOHA 4 – RADNICE A VOLBA PREFEROVANÉHO REŽIMU

Úloha 4 měla dvojí cíl: nejprve lokalizovat budovu olomoucké radnice a porovnat její historickou podobu se současným stavem a následně zhodnotit, který z nabízených vizualizačních nástrojů (*Swipe*, *Multiview*, *Overlay*) je pro tento typ porovnávání nejvhodnější. Na rozdíl od předchozích úloh zde tedy nešlo pouze o vyřešení prostorového problému, ale také o vědomé zhodnocení vlastního způsobu práce.

Z pohledu očních pohybů měla tato úloha často charakter rozhodovací fáze. Po nalezení lokality následovala krátká sekvence přepínání mezi jednotlivými režimy, během níž si participant aktivně porovnávali jejich vlastnosti. Typické bylo střídání pohledů mezi mapovým obsahem a ovládacími prvky, což odpovídá snaze vyzkoušet více možností a následně zvolit preferované řešení.

Pro část participantů byla radnice rychle identifikovatelná díky své centrální poloze a známému urbanistickému kontextu. U jiných se však opět projevila bariéra nedostatečné lokální znalosti, která vedla k prodloužené vyhledávací fázi a častějším návratům pohledu k rozhraní ve snaze najít popisky nebo vyhledávání (např. P01, P32, P33). Tyto projevy jsou konzistentní s předchozími úlohami, kde se stejný faktor ukázal jako významný zdroj obtíží.

V několika případech se navíc objevilo chování, kdy participant sice radnici našel, avšak úlohu ukončil bez zřetelného porovnání mezi režimy (např. P07, P40, P47). Lze to interpretovat jako nedostatečné naplnění druhé, hodnotící části zadání. Tyto situace naznačují, že metakognitivní požadavek – tedy nejen splnit úlohu, ale reflektovat vlastní preferenci – nemusí být pro všechny uživatele samozřejmý a může vyžadovat explicitnější instrukce.

Celkově úloha 4 ukazuje, že při cíleném porovnávání konkrétní lokality participant aktivně testují více nástrojů a jejich volba je výsledkem krátké sekvence srovnávacích interakcí. Úloha tak poskytuje cenný vhled do procesu formování uživatelských preferencí, nikoli pouze do samotného řešení mapového problému.

4.4.5 OPAKUJÍCÍ SE VZORCE NAPŘÍČ ÚLOHAMÍ

Kvalitativní inspekce záznamů napříč všemi úlohami odhalila několik stabilních vzorců chování, které se u participantů objevovaly opakovaně bez ohledu na konkrétní zadání.

Dominantní část vizuální pozornosti byla dlouhodobě soustředěna do mapového okna. Ovládací prvky byly navštěvovány pouze krátce a převážně účelově, typicky při přepnutí vrstvy, změně vizualizačního režimu nebo úpravě průhlednosti. Toto chování potvrzuje, že mapa funguje jako primární pracovní artefakt, zatímco rozhraní plní spíše podpůrnou roli. Zároveň to vysvětluje citlivost aplikace na zřetelnost a dohledatelnost ovládacích prvků – méně nápadné funkce mohou zůstat snadno přehlédnuty.

Dalším opakujícím se jevem bylo sekvenční kombinování vizualizačních režimů. Častá byla strategie, při níž byl režim *Single* využit pro dohledání nebo dekodování detailu v jednom podkladu a následně byl přepnut některý z „dual“ režimů (*Swipe*, *Multiview* nebo *Overlay*) pro vlastní porovnávání. Tento vzorec je konzistentní i s kvantitativními logy, kde *Swipe* dlouhodobě dominuje, *Multiview* a *Overlay* plní doplňkovou srovnávací roli a *Single* se objevuje převážně kontextově a krátkodobě.

Chování participantů bylo současně silně úlohově podmíněné. Explorativní úloha 1 generovala největší variabilitu a experimentování s rozhraním, zatímco cílené úlohy (zejména úlohy 2 a 3)

vedly k rychlé konvergenci k efektivním porovnávacím technikám, především ke *Swipe*. Po úvodním seznámení s aplikací se tak strategie práce stabilizovaly a stávaly se cílenějšími.

Napříč úlohami se opakovaly také určité bariéry. Typické byly situace ztráty prostorové orientace po výrazném oddálení nebo posunu mimo sledované území, záměna některých prvků rozhraní (např. interpretace tlačítka *Storymapa* jako vyhledávání) či obtížnější návrat do očekávaného stavu aplikace. Tyto projevy poukazují na potenciální nedostatky ve srozumitelnosti a navigační podpoře rozhraní.

V neposlední řadě se ukázalo, že část obtíží byla vázána spíše na kontextovou znalost uživatele než na samotnou použitelnost aplikace. Úlohy vyžadující identifikaci konkrétních objektů v Olomouci (např. stadion nebo radnice) byly problematičtější především pro účastníky s nižší lokální znalostí, což naznačuje, že některé překážky byly úlohově podmíněné a nikoli způsobené rozhraním.

Celkově tyto vzorce potvrzují, že uživatelské chování je výsledkem kombinace vlastností rozhraní, charakteru úlohy a individuálních znalostí účastníků. Subjektivní analýza tak poskytuje důležitý kontext pro interpretaci kvantitativních výsledků z dotazníků a logovaných interakcí.

4.4.6 ZÁVĚR EYE-TRACKING ANALÝZY

Tato podkapitola představila subjektivní kvalitativní interpretaci očních pohybů založenou na vizuální inspekci individuálních záznamů pro jednotlivé úlohy. Analýza byla záměrně vedena deskriptivním a vysvětlujícím způsobem s cílem identifikovat typické strategie řešení, způsoby vizuálního porovnávání mapových podkladů a opakující se bariéry při práci s rozhraním. Důraz byl kladen na porozumění kontextu chování účastníků, nikoli na kvantifikaci jednotlivých projevů pozornosti.

Pokročilé kvantitativní eye-trackingové postupy, jako je výpočet metrik fixací, tvorba oblastí zájmu (AOI) nebo statistické porovnávání mezi skupinami, nebyly v této studii aplikovány. Hlavním důvodem je vysoká komplexnost a heterogenita zaznamenaných interakcí. Každý účastník pracoval s unikátním mapovým pohledem, lišil se rozsahem výřezu, úrovní přiblížení, časováním přepínání i kombinací vrstev a vizualizačních režimů. Standardizace AOI napříč takto proměnlivým prostředím by byla metodicky problematická a výsledné metriky by byly obtížně interpretovatelné.

Pro účely hodnocení použitelnosti a identifikace obecných vzorců chování se proto jevila vhodnější systematická kvalitativní inspekce záznamů, která umožnila zachytit sekvence akcí, rozhodovací procesy a kontext jednotlivých interakcí. Tento přístup je navíc doplněn objektivními logovanými daty z předchozí kapitoly, jež poskytují kvantitativní oporu pozorovaným jevům. Kombinace kvalitativní analýzy očních pohybů a logovaných interakcí tak vytváří ucelený a metodicky robustní obraz o používání aplikace.

5. SHRnutí VÝSLEDKŮ

Studie ověřila použitelnost aplikace „Proměny Olomouce v čase“ v laboratorních podmínkách na vzorku 54 participantů prostřednictvím čtyř úloh kombinujících volnou exploraci a cílené časoprostorové porovnávání vybraných lokalit. Koncepce zadání umožnila oddělit spontánní objevování funkcí aplikace v úvodní fázi od úloh, které uživatele systematicky směřovaly k práci s historickými podklady a k využívání nástrojů pro srovnávání map. Analýza vycházela ze čtyř komplementárních zdrojů dat: standardizovaného dotazníku UEQ, doplňkového subjektivního dotazníku, kvalitativní inspekce eye-tracking záznamů a rekonstrukce interakcí na základě logovaných změn URL adres, které nesly informaci o zvolených vrstvách, vizualizačních metodách, přiblížení i poloze zobrazení.

Subjektivní hodnocení uživatelské zkušenosti bylo jednoznačně pozitivní. Průměry všech šesti škál UEQ se v benchmarkovém srovnání zařadily do kategorie Excellent, tedy mezi přibližně 10 % nejlépe hodnocených systémů. Nejvyšších hodnot dosáhly škály Atraktivita a Přehlednost, což naznačuje velmi dobrý celkový dojem a vysokou srozumitelnost rozhraní. Výsledky dotazníku zároveň vykazovaly uspokojivou míru reliability a stabilní intervaly spolehlivosti. Doplňkový dotazník tyto závěry podpořil vysokou intencí opakovaného použití, kdy všichni participanté uvedli kladnou odpověď. Hlášené problémy byly spíše ojedinělé a většinou souvisely s nedostatkem lokální znalosti města při řešení úloh zaměřených na konkrétní objekty, nikoli se zásadními nedostatky rozhraní.

Objektivnější pohled na reálné chování uživatelů poskytly analýzy logovaných interakcí. Napříč experimentem jasně dominovala vizualizační technika *Swipe*, zatímco *Multiview* a *Overlay* plnily převážně doplňkovou roli a režim *Single* byl využíván jen okrajově. Rozpad podle úloh ukázal, že během volné explorace bylo chování variabilnější a participanté častěji experimentovali s různými režimy, zatímco v cílených úlohách docházelo k rychlé stabilizaci strategií směrem k přímému vizuálnímu porovnávání. Současně se projevoval systematický posun k vyšším úrovním přiblížení, které podporovaly detailní identifikaci objektů a ověřování změn v čase.

Kvalitativní inspekce eye-tracking záznamů tyto kvantitativní vzorce doplnila o vysvětlení konkrétních strategií a zdrojů nejistoty. Ukázalo se, že vizuální pozornost byla primárně soustředěna na mapový obsah, zatímco ovládací prvky byly navštěvovány krátce a účelově, což zvyšuje význam jejich zřetelnosti a snadné objevitelnosti. Kombinace kvalitativní interpretace očních pohybů a objektivních logovaných dat tak poskytla ucelený obraz používání aplikace a vytvořila věcný podklad pro formulaci konkrétních doporučení a návrhů na úpravy, které jsou představeny v následující kapitole.

6. NÁVRHY KE ZLEPŠENÍ APLIKACE

Na základě kombinace výsledků dotazníků, analýzy logovaných interakcí a kvalitativní inspekce eye-tracking záznamů byly identifikovány opakující se bariéry v orientaci, ovládnání a dostupnosti funkcí aplikace. Tyto bariéry se týkají především prostorové navigace, srozumitelnosti rozhraní, podpory uživatelů s nižší lokální znalostí Olomouce a efektivity práce s historickými podklady. Následující doporučení shrnují konkrétní úpravy, které by mohly vést ke zvýšení použitelnosti aplikace.

Navigace a práce s mapovým prostorem

- Omezit rozsah posunu a přiblížení pouze na území Olomouce, tj. definovat maximální hranice mapy a zoomu. Část participantů (např. P13, P27, P28) se při exploraci dostala mimo zájmové území a měla potíže s návratem zpět.
- Přidat jednoznačné tlačítko pro návrat do výchozího zobrazení (např. „Zpět na Olomouc“ nebo „Reset mapy“).
- Zlepšit práci se stavu „No Data“ – při nedostupnosti podkladu zobrazit srozumitelné hlášení a nabídnout automatický návrat do oblasti s daty.

Srozumitelnost rozhraní a dohledatelnost ovládacích prvků

- Zviditelnit ovládací prvky pro přepínání mapových podkladů (větší tlačítka, vyšší kontrast, textové popisky nebo miniatury vrstev). Někteří participanti označili stávající prvky za příliš nenápadné.
- Doplnit našeptávátka (tooltips) vysvětlující funkci jednotlivých tlačítek.
- Upravit ikonografii a prezentaci prvku „Storymapa“, který byl opakovaně mylně interpretován jako vyhledávání.
- Do prostředí storymapy přidat zřetelné tlačítko „Zpět do aplikace“.
- Lokalizovat terminologii režimů (*Swipe*, *Multiview*, *Overlay*) do češtiny nebo doplnit krátké vysvětlení jejich funkce.

Podpora orientace pro uživatele bez lokální znalosti

- Doplnit popisky významných objektů (radnice, stadion, nádraží apod.) nebo volitelnou vrstvu s názvy budov.
- Přidat vyhledávání (search) bodů zájmu či adres, případně panel „rychlé lokality“. Potřeba vyhledávání byla jedním z nejčastějších požadavků v dotazníku.
- U obou panelů trvale zobrazovat název vrstvy a rok, aby měl uživatel okamžitý přehled o aktuálním časovém řezu.

Práce s vizualizačními režimy

- U režimu *Overlay* jasněji indikovat, která vrstva je nahoře a která dole, případně umožnit jejich rychlé prohození.
- Posílit vizuální nápovědu pro *Swipe* (např. zvýraznění posuvníku, krátká animace „chytí a táhni“), protože část uživatelů se pokoušela porovnávat mapy posunem celé plochy.
- Zvážit integraci funkcionality *Swipe* a *Multiview* (např. synchronizované panely nebo rychlé přepínání mezi dvěma vybranými vrstvami).

- Snížit počet nutných kliknutí, například pomocí rychlých přepínačů posledních či oblíbených vrstev.

Obsah a výkon aplikace

- Optimalizovat rychlost načítání podkladů (cache, prioritizace dlaždic, lazy loading).
- Umožnit filtrování nebo řazení map podle roku (např. časový slider).
- Rozšířit územní pokrytí historických map nebo sjednotit jejich hranice, aby uživatel nenarážel na nečekané výpadky dat.

Úvodní seznámení a podpora nových uživatelů

- Přidat úvodní obrazovku nebo krátký interaktivní tutoriál při prvním spuštění aplikace, který vysvětlí základní principy ovládání (zoom, přepínání vrstev, *Swipe* apod.). Tato podpora může být přínosná zejména pro uživatele s nižší digitální gramotností.

Vizuální a tematický design

- Zvážit úpravu vizuálního stylu směrem k historickému či archivnímu charakteru, aby estetika lépe odpovídala tematickému zaměření aplikace.

Celkově lze konstatovat, že navrhované úpravy nevyplývají z jedné zásadní slabiny systému, ale spíše z řady dílčích bariér v orientaci a objevitelnosti funkcí. Aplikace je uživateli hodnocena velmi pozitivně, proto lze tyto návrhy chápat jako evoluční zlepšení, která mohou dále zvýšit efektivitu práce a komfort uživatelů, zejména těch bez předchozí znalosti prostředí či mapových nástrojů.

7. ZÁVĚR STUDIE

Tato studie se zaměřila na ověření použitelnosti webové mapové aplikace „Proměny Olomouce v čase“ s cílem porozumět tomu, jak uživatelé aplikaci v praxi ovládají, jaké strategie při práci s historickými mapami a ortofoty volí a jaké bariéry jim brání v efektivním porovnávání časových vrstev. Metodologický rámec kombinoval eye-tracking, analýzu logovaných interakcí a dotazníkové šetření (UEQ a doplňující otázky), což umožnilo propojit subjektivní hodnocení uživatelů s objektivně zaznamenaným chováním. Testování proběhlo na vzorku 54 participantů v laboratorních podmínkách a zahrnovalo jak volnou exploraci rozhraní, tak cílené úlohy zaměřené na konkrétní lokalizační a porovnávací scénáře.

Výsledky ukazují, že aplikace je z pohledu uživatelů hodnocena velmi pozitivně. Ve všech škálách dotazníku UEQ dosáhla hodnot odpovídajících nejvyšší benchmarkové kategorii Excellent, přičemž nejlépe byla vnímána její přehlednost a celková atraktivita. Současně se v interakčních datech projevíly konzistentní vzorce chování: po úvodní exploraci docházelo k rychlé stabilizaci strategií směrem k přímému vizuálnímu porovnávání, především pomocí režimu *Swipe*. Uživatelé typicky kombinovali detailní dohledání objektů v samostatném zobrazení s následným porovnáním ve dvoumapových režimech. Práce byla silně soustředěna na několik málo referenčních podkladů, zejména aktuální ortofoto a nejstarší historickou mapu, zatímco ostatní vrstvy byly využívány spíše situačně podle požadavků konkrétní úlohy. Kvalitativní analýza očních záznamů tyto vzorce doplnila o detailní pohled na rozhodovací strategie uživatelů i na momenty nejistoty při orientaci v rozhraní.

Identifikované bariéry se týkaly především navigace a srozumitelnosti rozhraní, nikoli samotného principu aplikace. Opakovaně se objevovala ztráta orientace po výrazném oddálení nebo posunu mimo zájmové území, nejasnosti spojené s návratem ze storymapy, nízká zřetelnost některých ovládacích prvků či absence vyhledávání pro uživatele bez lokální znalosti města. Tyto poznatky vedly k formulaci konkrétních doporučení zaměřených na zvýšení dohledatelnosti funkcí rozhraní, podporu orientace a zefektivnění práce s vrstvami. Navrhované úpravy tak nepředstavují zásadní redesign systému, ale spíše dílčí evoluční zlepšení, která mohou dále zvýšit komfort a efektivitu používání.

Interpretace výsledků má zároveň své limity. Výzkumný vzorek byl věkově koncentrovaný do mladších kategorií a nemusí plně reprezentovat širší populaci uživatelů. Eye-tracking část byla navíc záměrně vedena kvalitativně, bez výpočtu standardních metrik fixací či definice AOI, protože vysoká variabilita individuálních mapových výřezů a interakcí by takovou analýzu výrazně komplikovala. Pro účely identifikace typických strategií a bariér se však kombinace vizuální inspekce záznamů a objektivních logovaných dat ukázala jako metodicky přiměřená a dostatečně informativní.

Celkově lze konstatovat, že aplikace „Proměny Olomouce v čase“ představuje z hlediska použitelnosti velmi dobře navržený nástroj pro práci s historickými mapami. Studie současně ukázala, že systematická kombinace eye-trackingu, interakčních logů a dotazníků je vhodným a přínosným přístupem pro hodnocení interaktivních kartografických vizualizací a může sloužit jako metodický rámec i pro další podobné aplikace.