

Metodologické aspekty testovania použiteľnosti mobilných interaktívnych máp pre účely orientácie v knižniciach

Usability testing methodology of mobile interactive maps for the library wayfinding purposes

Mgr. Andrea Hrková Ph.D. / Katedra knižničnej a informačnej vedy, Filozofická fakulta Univerzity Komenského v Bratislave (Department of Library and Information Science, Faculty of Arts, Comenius University in Bratislava, Gondova 2, P.O.BOX 32, 814 99 Bratislava)

Resumé:

Pre zabezpečenie jednoduchkej orientácie v knižniciach sa používajú okrem značenia, umiestneného v priestore, aj rôzne druhy interiérových máp. Značenia a mapy sú súčasťou informačného a navigačného systému knižnice, ktorý zabraňuje, aby sa používateľ v priestore stratil, prípadne pociťoval negatívny emocionálny stav a pochybnosti o svojich schopnostiach, v tejto oblasti nazývané aj knižničná úzkosť. Hlavne mladí používatelia sú zvyknutí na orientáciu v priestore prostredníctvom online máp, preto sme sa rozhodli zaoberať sa v príspevku ich tvorbou a testovaním ich použiteľnosti. Cieľom článku je identifikovať možné problémy v oblasti použiteľnosti interaktívnych máp, s ktorými sa môže používateľ stretnúť. Pre tento účel systematicky skúmame celý cyklus vývoja mapy knižnice od analýzy potrieb používateľov až po testovanie výsledného informačného produktu. Tento príspevok môže byť metodologickým návodom, ako navrhnúť a otestovať použiteľnosť digitálnej mapy pre potreby knižnice v prípade, že navrhuje mapu samostatne alebo ako súčasť mapy zriaďovateľa.

Kľúčové slová: mapa knižnice, použiteľnosť, wayfinding

Summary:

To simplify the orientation in libraries, different types of interior maps are used in addition to the signs in its space. Signs and maps are parts of the information and navigation system of the library, which prevents the user from losing and possibly experiencing a negative emotional state and doubts about his abilities, also called library anxiety. In particular, young users are used to space orientation with the help of online maps, therefore their creation and usability testing is discussed in the paper. The goal of this article is to identify the potential problems in the usability of interactive maps that a user may encounter. For this purpose, we systematically examine the whole cycle of library map development from user analysis to the testing of final information product. This paper can be a methodological guide to the designing and usability testing of a digital map for the library needs, if the map is designed in-house or as a part of the map of the stakeholder.

Keywords: online library map, usability, wayfinding

Úvod

Podľa štúdie Starkweathera a Marksa (2005) používatelia knižníc často nie sú úspešní v nájdení toho, čo hľadajú. Prispieť k tomu môže nevhodne navrhnuté značenie, absencia či nedostatočná použiteľnosť mapy alebo knižničného katalógu. Podľa Lee, Kima a Platosa (2015) majú viaceré knižnice umiestnené na svojich webových stránkach interaktívne mapy, ale tie často nie sú používateľsky prívetivé.

Samotné knižnice často nemajú finančné ani personálne kapacity na vytvorenie vlastných kvalitných digitálnych interaktívnych máp. Najmä s mapami akademických knižníc sa však môžeme stretnúť ako so súčasťou digitálnych máp priestorov univerzity, ako je to napríklad aj v prípade Slovenskej technickej univerzity v Bratislave. Tá na určenie polohy používateľa v priestore úspešne využíva technológiu iBeacon, čo sú vysielacie alebo takzvané majáky, využívajúce Bluetooth (Mazan, Kovárová 2015).

História a možnosti výskumov použiteľnosti interaktívnych máp

Použiteľnosť máp a geografických informačných systémov (GIS) sa začala s recipientami testovať v 20. storočí, kedy si kartografi uvedomili potrebu náhrady intuitívneho navrhovania týchto produktov systematickým výskumom. Zistili, že ľudia vnímajú mapy štruktúrne, niektoré značky sa im javia dôležitejšie ako iné, niektoré tvary sú pre nich výraznejšie, niektoré farby dominantnejšie, prípadne niektoré informácie môžu pociťovať ako prehustené (Nivala 2007).

Na to, aby bol pohyb vo fyzickom priestore pre používateľa jednoduchý, musia dizajnéri máp chápať, ako ľudia vnímajú, interpretujú a spracovávajú informácie o priestore tak, aby našli, čo hľadajú. V opačnom prípade dochádza u používateľov k stresu, frustrácii. V prípade nedostatočných alebo absentujúcich máp vnútorných priestorov sa znižuje aj miera využívania a bezpečnosť týchto priestorov (Lee, Kim, Platosh 2015). Naopak, v prípade návrhu a testovania máp spolu s používateľmi vysiela ich tvorca signál, že mu na vnímaní recipienta záleží, čím si u neho zlepšuje svoj imidž (Nivala 2007).

Slocum a kol. (2001) považujú za dôležité chápať princíp vytvárania mentálnych reprezentácií priestoru prostredníctvom kartografických materiálov. S týmito cieľmi sa uskutočnilo s koncovými používateľmi niekoľko výskumov máp a geografických informačných systémov, zameraných najmä na turistické mapy a automapy. Najčastejšie to však boli výskumy potrieb objednávateľov GIS (Nivala 2007). Zriedkavo (ako napríklad v prípade Lee, Kim a Platosh (2015)) sa stretávame s používateľským výskumom interiérových máp.

Ďalším problémom výskumov použiteľnosti máp a GIS je, že sa zameriavajú skôr na jeden špecifický problém a nie na celý cyklus vývoja produktu od analýzy a špecifikácie požiadaviek používateľov a kontextu, cez návrh prototypov, rešpektujúcich konceptuálne, vizualizačné a interakčné princípy a ich testovanie s používateľmi (Heidmann, Hermann, Peissner 2003). Metódy hodnotenia použiteľnosti máp boli zamerané skôr na hodnotenie efektívnosti ich používania, ako na napĺňanie požiadaviek používateľov. Najväčšou bariérou v aplikácii plnohodnotného používateľského výskumu v tejto oblasti je jeho multidisciplinárnosť, pričom návrh interaktívnych máp a GIS vytvárajú väčšinou softvéroví inžinieri. Špecialisti na používateľskú skúsenosť alebo zážitok (User Experience = UX) bývajú prizvaní málokedy a chýbajú teda poznatky o aplikácii týchto metód (Nivala 2007). Používateľský zážitok možno podľa normy ISO DIS 9241-210:2008 definovať ako „vnímanie a reakcie osoby, ktoré vyplývajú z používania alebo predpokladaného používania produktu, systému alebo služby“.

Výskumy použiteľnosti GIS pritom majú široké možnosti uplatnenia najmä v oblasti kognitívnych aspektov spracovania geografických informácií, geovizualizácií a takzvaného wayfindingu. Wayfinding možno definovať ako schopnosť vyznať sa v priestore, nájsť a naučiť sa trasu k vytyčenému cieľu (Slocum a kol. 2001). Pre priestory knižníc sú aplikovateľné práve metódy používateľského testovania v oblasti wayfindingu.

Metódy výskumov použiteľnosti interaktívnych máp

Pri vytváraní interaktívnych máp možno využiť rôzne metódy výskumov s používateľmi. V prvej fáze analýzy a špecifikácie požiadaviek používateľov a kontextu sa najčastejšie využíva pozorovanie, dotazník, scenáre alebo (skupinový) rozhovor, pričom sa zisťujú napríklad pre používateľa užitočné funkcie, ktoré by zaistili jeho záujem o produkt (Heidmann, Hermann, Peissner 2003). Taktiež sa využíva heuristická analýza už existujúcich máp alebo metóda kognitívnej prechádzky s úlohami v priestore. Súčasťou výskumu v prvej fáze môže byť aj test intuitívnosti symbolov, pri ktorom sa používatelia vyjadrujú, čo ktorý použitý symbol podľa nich znamená (Nivala 2007). V ďalšej fáze testovania prototypov sa využívajú najmä hlasové protokoly. Prototypy majú najčastejšie podobu mock-upov s limitovanou funkcionalitou. Mock-up je typ jednoduchého prototypu, ktorý sa využíva na vizualizáciu a testovanie produktu či služby väčšinou na začiatku procesu ich tvorby. Na týchto prototypoch sa môže testovať napríklad manipulácia s objektami, integrácia informácií či použiteľnosť ikón. Pripomienky používateľov sa zapracujú do výsledného produktu, ktorý možno otestovať napríklad metódou sledovania pohľadu (eyetracking) spojenou s hlasným myslením. Pri hodnotení kombinujeme kvalitatívne a kvantitatívne aspekty, teda sledujeme rýchlosť a počet vykonaných úloh, ale napríklad aj pochopenie značiek (Heidmann, Hermann, Peissner 2003).

Podľa Nielsena a Molicha (1990) je **heuristická evaluácia** kritické posudzovanie určitých funkcií systému pokročilými používateľmi. Jej cieľom je nájsť problémy dizajnu rozhraní, ktoré by mohli spôsobiť, že používatelia v systéme nenájdu niektoré informácie. Na vykonanie heuristickej evaluácie postačuje 3–5 hodnotiteľov. Hodnotenie rozhrania prebieha na základe vopred stanovených kritérií, ktoré zodpovedajú dokonalému systému v danej oblasti. Pri takejto evaluácii sa na jedného hodnotiteľa nemožno spoľahnúť, pretože rozhranie vidí iba z jedného uhla pohľadu a nenájde preto všetky chyby. 3–5 hodnotiteľov nájde väčšinu nedostatkov, viacerí hodnotitelia prinášajú v jednoduchších systémoch redundantné výsledky. Evaluátormi by mali byť odborníci v hodnotení a návrhu rozhraní, ale aj v oblasti, pre ktorú je systém vytvorený. Dôležité je, aby hodnotitelia pracovali samostatne a výsledky si neporovnávali. Ak by tak urobili, mohli by výskum ovplyvniť. Odporúča sa, aby sa výsledky porovnali a prediskutovali po testovaní. Výhodou heuristickej evaluácie je teda jej jednoduchosť, intuitívnosť a fakt, že nevyžaduje žiadne osobitné plánovanie. Metódu možno aplikovať v ktoromkoľvek štádiu vývoja systému – počas vývoja, ale aj po jeho vytvorení – a tradične zahŕňa týchto desať indikátorov hodnotenia (Nielsen, Molich, 1990):

1. Viditeľnosť stavu systému: Systém by mal vždy informovať používateľov o tom, čo sa deje.
2. Spojenie systému s reálnym svetom: Systém by mal hovoriť jazykom používateľa, nie technologickou terminológiou. V kontexte máp je potrebné testovať aj pochopiteľnosť použitých symbolov a ikón.
3. Používateľ je slobodný a systém má pod kontrolou: Používateľ sa pri používaní systému môže pomýliť, a preto potrebuje na každom mieste rozhrania riadne označený bod, z ktorého môže systém kedykoľvek opustiť. Každý systém by mal podporovať tlačidlo späť. Napríklad online mapy by mali umožňovať vrátiť sa späť po priblížení náhľadu.
4. Konzistentnosť a dodržiavanie štandardov: Používatelia by nemali pri používaní systému rozmýšľať, či rôzne slová znamenajú tú istú vec. Dodržiavajú sa už raz stanovené konvencie.

5. Prevencia chýb systému: Lepšie, ako najpochopiteľnejšie vytvorené chybové hlásenia systému, je jeho starostlivo vytvorený dizajn.
6. Minimalizácia pamäťového zaťaženia používateľa: Používateľ si nemusí pamätať, kde sa ktorá informácia zo systému nachádza. Všetky dôležité informácie o používaní systému musia byť viditeľné alebo jednoducho vyhľadateľné.
7. Flexibilita a jednoduchosť ovládania: Systém by mal poskytnúť jednoduché základné ovládanie pre začiatočníkov aj pokročilejšiu interakciu pre skúsenejších používateľov.
8. Estetický a minimalistický dizajn: Začiatkové dialógy nemajú obsahovať informácie, ktoré pre používateľa nie sú potrebné. Mohli by tak zaberat' miesto pre dôležité informácie.
9. Spätná väzba: Správy o chybovosti by mali byť pre používateľa pochopiteľné a mali by ponúknuť riešenie, aby sa s chybami bol schopný vysporiadať.
10. Pomoc a dokumentácia: Každá informácia o systéme by mala byť jednoducho nájditeľná, zameraná na konkrétnu úlohu, ukazovať konkrétne potrebné kroky na jej vykonanie a nemala by byť príliš dlhá. V kontexte máp sa tento bod týka najmä legendy (vysvetliviek) k použitým symbolom.

Mnohé problémy menej skúsených používateľov (napríklad jazyk systému) neodhalí hodnotenie rozhrania odborníkmi, preto heuristickú evaluáciu odporúčame využiť iba ako metódu, ktorá odhalí základné chyby v použiteľnosti a estetike rozhrania. Pre hodnotenie funkčnosti rozhrania všetkými typmi používateľov odporúčame pokračovať používateľským testovaním napríklad metódou **kognitívnej prechádzky**, kombinovanou s hlasným myslením v rovnakom čase aj retrospektívne. Pri tejto finančne a personálne nenáročnej metóde, ktorá sa bežne používa najmä v online prostredí, hodnotitelia prechádzajú jednotlivými štádiami cesty používateľa, pričom používateľ vykonáva zadané úlohy (*How to conduct a cognitive walkthrough*, 2016). Úlohou výskumníkov je pozorovať a zaznamenávať spôsoby a rýchlosť vykonávania daných úloh, pričom si všimajú už spomínané kontaktné body, problematické body a body pôžitku pri interakcii. Scenár výskumu by mal čo najvernejšie kopírovať prirodzenú situáciu pri naplňaní informačných potrieb konkrétneho používateľa.

Pri metóde sledovania pohľadu sa sleduje počet, dĺžka fixácie, čas do prvej fixácie a vzory pohybu očí (Brandt, Stark, 1997). Pomocou týchto metrik je možné vyhodnotiť efektívnosť výkonu používateľa pri plnení zadaných úloh, a teda aj zložitost' používania daného rozhrania. Vzory pohybu očí ukazujú, kam a ako často sa používatelia pozerajú, teda oblasti a štruktúru záujmu používateľa. Pohľad a podobnosti v pohľadoch môžu byť agregované v podobe takzvaných teplotných máp (heatmaps). Sakády sú rýchle pohyby očí, pri ktorých sa nezaznamenávajú žiadne informácie. Možno povedať, že čím viac fixácií je zaznamenaných, tým menej efektívna je vyhľadávacia stratégia používateľa pri danej úlohe (Bergstrom, Hawala, Jans, 2013). Dlhšie fixácie sú vyjadrením zaujatia používateľa alebo problematického bodu rozhrania. Na rozlíšenie týchto výsledkov sa využíva popri metóde sledovania pohľadu aj doplnková metóda hlasného myslenia. Vďaka tejto metóde zistíme spokojnosť používateľa s rozhraním, či body pôžitku, ktoré používatelia na mape ocenia.

Pri používateľskom testovaní orientácie v priestore pomocou navrhutej mapy je potrebné tiež sledovať počet a dôvod chýb, ktoré používateľ urobí pri vykonávaní úloh (napríklad nesprávne odbočenie, vracanie sa, váhanie) (Lee, Kim, Platosh, 2015). Pohyby očí taktiež odhalia kognitívne procesy a procesy vnímania pri hľadaní cesty (wayfinding) (Raschke a kol. 2014). Nevýhodou tejto metódy je jej časová a finančná náročnosť.

Používateľské aspekty digitálnej mapy knižnice

Pre naše účely môžeme pri návrhu mapy vychádzať okrem iného aj z výsledkov výskumov Nivaly (2007) a Heidmanna, Hermanna, Peissnera (2003). Oba výskumy boli zamerané na testovanie použiteľnosti interaktívnych máp na mobilných displejoch, ktoré poskytujú minimálny priestor na zobrazenie objektov v danom pohľade. Riešením je podľa týchto autorov aplikácia, sledujúca polohu používateľa, a prepojenie vizualizácie s dodatočným textom, zobrazeným v kontextovom okne bez potreby opustenia primárneho náhľadu. Používatelia si podľa výskumu totiž potrebovali vytvoriť mentálny model celej priestorovej štruktúry. Toto zistenie bolo dôležité aj pre návrh prvotného náhľadu mapy, ktorý bol vytvorený s čo najvyššou mierou abstrakcie. Používateľom bol poskytnutý celkový náhľad na postupnosť miestností a detailným cestám v miestnostiach sa v prvom náhľade nezaoberali. Tie sa používateľovi zobrazili až po priblížení mapy.

Výsledky vyššie uvedených výskumov sa zhodli na potrebe zahrnutia pomoci alebo vysvetlívkov v doplnkovej navigácii mobilných máp v podobe legendy. V exteriérových mapách pomôžu používateľom pri orientácii aj označenia svetových strán. Používané symboly by podľa autorov mali byť pochopiteľné, no nemali by prekryvať priveľkú plochu na mape ani samy seba, aby boli dostatočne čitateľné. Podľa Nivaly (2007) by mala kvalitná mapa taktiež podporovať rôzne vyhľadávacie stratégie používateľov, teda plnotextový prieskum aj prehliadanie (browsing). V neposlednom rade by mala mapa pôsobiť esteticky, použité farby by mali byť príjemné a v harmónii.

Pri vytváraní používateľsky prívetivej mapy by sa nemal prehliadať ani kontext. Je nevyhnutné brať do úvahy technologický kontext, teda veľkosť a farebnosť displeja, typ vstupov aj výstupov (napríklad či pôjde o mapu pre mobilné zariadenia alebo desktop, či používateľ bude mať k dispozícii tlačiareň), konektivitu (napríklad či je v budove dostupná wifi), podobu mapy (2D/3D, animované/statické) a ďalšie dostupné zdroje. 3D mapy sú používateľmi považované za realistickejšie a zábavnejšie, 2D mapy sa však rýchlejšie načítavajú. Niektoré výskumy hovoria v prospech animovaných máp, teda máp s rôznymi pohyblivými značkami, obrázkami, vysvetľujúcimi textami, či meniacimi sa líniami a tvarmi. Niektoré medzi animovanými a statickými mapami rozdiely naopak nenašli. Pri statických mapách sa ale preukázala ich efektívnosť v oblasti vzdelávania (Slocum a kol. 2001).

Pri dizajne máp je podľa Nivaly (2007) nemenej dôležitý aj používateľský kontext, teda definovaná cieľová skupina používateľov produktu. Schopnosť navigácie v priestore sa líši v závislosti od veku, pohlavia, skúseností s nástrojom, doménou, či s prácou s informačnými technológiami. Ženy a starší ľudia vykazujú spravidla nižší výkon pri dynamických priestorových úlohách a vizualizácii priestoru (Slocum a kol. 2001). Do úvahy treba brať aj možnosti znevýhodnenia, prípadne kultúrne rozdiely. Kultúrne rozdiely badať najmä pri rozdielnosti chápania symbolov a iných označení, napríklad kríž nie je všade chápaný ako náboženská inštitúcia a aj zobrazenie vody býva v rôznej farebnej škále zelenej a modrej.

Verejná inštitúcia je povinná zabezpečiť aj prístupnosť rozhrania znevýhodneným používateľom. V tomto zmysle nie je vhodné spoliehať sa iba na jednu z foriem označovania a notifikácií (farba, zvuk, haptika); najlepšia je kombinácia aspoň dvoch z nich. Napríklad dosiahnutie cieľa v priestore možno na mape zdôrazniť zvukovou notifikáciou, vibráciou a/alebo viditeľným označením na mape. Pri návrhu taktiež záleží na účele a úlohách, ktoré bude používateľ v reálnych situáciách plniť. Personalizované mapy môžu byť prispôbené histórii používateľa, jeho domov záujmu či sezónnym možnostiam. Tieto možnosti sú aktuálne najmä pre mobilné mapy, ktoré sú priestorovo obmedzené (Nivala, 2007).

Záver

Digitálna interaktívna mapa knižnice môže byť jedným zo spôsobov jej zviditeľnenia sa najmä pre mladých používateľov. V tomto zmysle ju chápeme ako jeden z možných spôsobov marketingovej komunikácie s používateľom, ktorý môže zvýšiť nájditelnosť a v konečnom dôsledku aj návštevnosť knižnice. Čo sa týka typu knižnice, tvorba digitálnej interaktívnej mapy je vhodná skôr pre akademické knižnice, ktoré sú rozmiestnené na viacerých miestach, prípadne pre iné väčšie knižnice. Tvorba a testovanie máp pre akademické knižnice je aktuálna aj z toho dôvodu, že univerzity často samy vytvárajú mapy, ktorých súčasťou sú aj knižnice. Prínosom pre marketingovú komunikáciu knižnice budú mať však iba mapy, ktoré sú použiteľné, pochopiteľné a esteticky príťažlivé pre používateľa.

V príspevku sme analyzovali rôzne metódy testovania použiteľnosti digitálnych máp knižníc (heuristická evaluácia, eyetracking, kognitívna prechádzka a pod.) aj možné problematické aspekty digitálnych máp. Možno povedať, že čím časovo a finančne nenáročnejšie testovanie je, tým menej výsledkov pre používateľa prináša. Odborné hodnotenie prostredníctvom heuristickej evaluácie napríklad nezahŕňa menej skúsených používateľov, preto by sme ho navrhovali doplniť aj niektorým typom používateľského testovania. Toto testovanie by malo byť vykonávané nezávislým odborníkom z dôvodu zachovania objektívnosti a odstupu pri hodnotení použiteľnosti akýchkoľvek produktov knižnice.

Najväčšou bariérou v aplikácii plnohodnotného používateľského výskumu v tejto oblasti je jeho multidisciplinárnosť a nesystematickosť. Prínosom príspevku by teda mal byť najmä jeho interdisciplinárny aspekt, prepájajúci problematiku geografie, použiteľnosti a knihovníctva.

PodĎakovanie

Tento príspevok bol spracovaný v rámci realizácie projektu „Univerzitný Vedecký park Univerzity Komenského v Bratislave – 2. fáza“, kód ITMS 313021D075.

Literatúra

BERGSTROM, R. J. C., E. L. O. HAWALA a M. E. JANS. Age-Related Differences in Eye Tracking and Usability Performance: Website Usability for Older Adults. *International Journal of Human-Computer Interaction*. 2013, **29**(8) [cit. 2018-02-09]. ISSN 1532-7590.

BRANDT, S. A. a L. W. STARK. Spontaneous eye movements during visual imagery reflect the content of the visual scene. *Journal of Cognitive Neuroscience*. 1997, **9**(1). [cit. 2018-02-09]. ISSN 0898-929X.

HEIDMANN, F., F. HERMANN a M. PEISSNER. Interactive maps on mobile, location-based systems: Design solutions and usability testing. *Harris, D. et al. (Eds.): Human-Centred Computing. Proceedings of HCI 2003, 10th International Conference on Human-Computer Interaction*, 2003, **3**. [cit. 2018-02-09]. s. 1258–1262.

How to conduct a cognitive walkthrough. [online]. Interaction Design Foundation, 2016. [cit. 2016-11-09]. Dostupné na: <https://www.interaction-design.org/literature/article/how-to-conduct-a-cognitive-walkthrough>.

HRČKOVÁ, A. a J. LAURENČÍK. Zážitok používateľa pri orientácii v priestoroch knižnice (Pilotná štúdia). *Knižnica*, 2016, **4**. [cit. 2018-08-23]. ISSN 1336-0965. Dostupné na: http://www.snk.sk/images/Edicna_cinnost/Casopis_Kniznica/2016/Kniznica_2016_04.pdf.

ISO DIS 9241-210:2008. Ergonomics of human system interaction – Part 210: Human-centered design for interactive systems (formerly known as 13407). Switzerland: International Organization for Standardization (ISO), 2008.

LEE, S., E. Y. KIM a P. PLATOSH. Indoor Wayfinding Using Interactive Map. *International Journal of Engineering and Technology*, 2015, **7**(1). [cit. 2018-08-23]. ISSN 0975-4024.

MAZAN, F. a A. KOVÁROVÁ. Study of Devising Neural Network Based Indoor Localization Using Beacons: First Results. *Computing and Information Systems Journal*. University of the West of Scotland. **19**(1), s. 15–20. [cit. 2018-08-23]. ISSN 1352-9404. Dostupné na: <http://cis.uws.ac.uk/research/journal/V19n1.pdf>.

Mock-up. [online]. In: 100metod. Brno: KISK, c2018. [cit. 2018-10-3]. Dostupné na: <http://100metod.cz/post/156682500599/71-mock-up>.

NIELSEN, J. Heuristic Evaluation. [online]. [cit. 20. 11. 2017]. Dostupné na: <http://teddyso.com/Materials/Staffordshire/SDM/Lecture%208%20Usability%20Heuristics.doc>.

NIELSEN, J. a R. MOLICH. 1990. Heuristic Evaluation of User Interfaces. *CHI '90 Proceedings*, Washington, 1990. [cit. 4. 8. 2018]. Dostupné na: <http://cs.ashoka.edu.in/cs102/papers/heuristic-evaluation-of-user-interfaces-nielsen.pdf>.

NIVALA, A. M. Usability perspectives for the design of interactive maps (Dissertation). Helsinki: Helsinki University of Technology, 2007. 55 s. ISBN-13-978-951-711-263-5.

SLOCUM a kol. Cognitive and usability issues in geovisualization. *Cartography and Geographic Information Science*, 2001, **28**(1). ISSN 1545-0465. Dostupné na: <https://doi.org/10.1559/152304001782173998>.

RASCHKE, M. a kol. Visual Analysis of Perceptual and Cognitive Processes. *Proceedings of the International Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications*. Lisabon: IEEE, 2014. ISBN 978-9-8975-8132-8.

STARKWEATHER, W. a K. MARKS. What if you build it and they keep coming and coming and coming? *Library Hi Tech*, 2005, **23**. ISSN 0737-8831.

HRČKOVÁ, Andrea. Metodologické aspekty testovania použiteľnosti mobilných interaktívnych máp pre účely orientácie v knižniciach. *Knihovna: knihovnícká revue*, 2018, **29**(2), 79–85, ISSN 1801-3252.