

Analysis of the usability and accessibility of public transport online timetables in selected cities in Poland

Analiza użyteczności i dostępności internetowych rozkładów jazdy komunikacji miejskiej w wybranych miastach w Polsce

Piotr Wójtowicz*, Mariusz Dzieńkowski

Department of Computer Science, Lublin University of Technology, Nadbystrzycka 36B, 20-618 Lublin, Poland

Abstract

The purpose of the study was to verify various aspects related to the accessibility and usability of the timetable websites of two companies providing public transportation services. The issues addressed mainly concerned the graphic form of accessibility tools, the way of accessing these tools, their location in the site, the use of alternative names and descriptions. The objects of the research were two existing websites of two people transportation companies. In addition, two prototype sites were made for the purposes of the research. An experiment was prepared and conducted with 13 participants. A research method using the eye tracking technique was applied. The results were obtained in the form of heat maps, scan paths, task completion times, task performance ratings and the number of fixations on the object of interest. After analyzing the collected results, the following conclusions were drawn: the use of similar graphic symbols often confuses users; indirect access to accessibility tools generally makes it difficult for users to use them; the ill-conceived design of some page elements creates problems for content viewers; experimenting with the placement of some tools causes difficulty in finding them; a great deal of confusion on websites is introduced by unusual names, links, menu options; a large amount of content and the lack of prominence of what is most important cause problems in finding the right information; the lack of captioning of graphics often causes users to have to think longer and check if what they want to use is the right option; placing an item/information at the bottom of the page generally extends the time to reach it.

Keywords: usability; accessibility; websites analysis; eye tracking

Streszczenie

Celem pracy była weryfikacja różnych aspektów związanych z dostępnością i użytecznością serwisów internetowych zawierających rozkład jazdy dwóch firm realizujących publiczne usługi komunikacyjne. Podjęte kwestie dotyczyły przede wszystkim formy graficznej narzędzi dostępności, sposobu dostępu do tych narzędzi, umiejscowienia ich w witrynie, zastosowania alternatywnych nazw i opisów. Obiektami badań były dwa istniejące serwisy www dwóch firm przewozowych ludzi. Dodatkowo dla celów badań wykonano dwa prototypowe serwisy. Przygotowano i przeprowadzono eksperyment, w którym wzięło udział 13 osób. Zastosowano metodę badawczą wykorzystującą technikę eye-trackingową. Uzyskano wyniki w postaci map cieplnych, ścieżek skanowania, czasów realizacji zadań, ocen wykonania zadań oraz liczby fiksacji na obiekcie zainteresowania. Po przeprowadzeniu analiz zebranych wyników wyciągnięto następujące wnioski: użycie podobnych symboli graficznych często wprowadza w błąd użytkowników; niebezpośredni dostęp do narzędzi dostępności na ogół utrudnia użytkownikom z nich skorzystanie; nieprzemysłany wygląd niektórych elementów strony stwarza problemy dla odbiorców treści; eksperymentowanie z umiejscowieniem niektórych narzędzi powoduje trudności z ich znalezieniem; dużą dezorientację na stronach internetowych wprowadzają nietypowe nazwy, linki, opcje menu; duża ilość treści i brak wyeksponowania tego co najważniejsze powoduje problemy ze znalezieniem właściwej informacji; brak podpisów grafiki powoduje, że użytkownicy często muszą się dłużej zastanowić i sprawdzić czy to czego chcą użyć jest właściwą opcją; umieszczenie elementu/informacji na dole strony na ogół wydłuża czas dotarcia do nich.

Słowa kluczowe: użyteczność; dostępność; analiza stron internetowych; eyetracking

*Corresponding author

Email address: piotr.wojtowicz9@pollub.edu.pl (P. M. Wójtowicz)

©Published under Creative Common License (CC BY-SA v4.0)

1. Wstęp

W dzisiejszych czasach, ludzie coraz częściej podróżując, korzystają z możliwości wyszukiwania informacji przy pomocy Internetu. Pomaga to im szybko odnaleźć się w sytuacji, zdobyć niezbędne informacje, gdy inne źródła są w danej chwili niedostępne. Na przykład, gdy zdarzy się potrzeba skorzystania z transportu autobusowego, zaistnieje potrzeba sprawdzenia rozkładu jazdy.

Wówczas można to szybko zrobić korzystając z internetowej lub mobilnej wersji rozkładu – używając do tego komputera lub smartfona albo osobiście wybrać się na przystanek. To ostatnie rozwiązanie wymaga czasu, a po przybyciu na przystanek może okazać się, że rozkładu nie ma lub jest trudny do odczytania. Z tych powodów informacje dotyczące kursów autobusów są obecnie najczęściej pozyskiwane przez osoby korzysta-

jące z transportu publicznego za pośrednictwem Internetu. Dzięki temu potencjalni pasażerowie komunikacji mogą w szybki sposób sprawdzić potrzebne im informacje, a także dowiedzieć się więcej na temat zakupu biletów, zniżek, tras autobusów czy linii obsługiwanych przez pojazdy niskopodwoziowe. Często w przypadku serwisów internetowych oferowanych przez przewoźników publicznych, sposób przedstawienia treści stanowi utrudnienie w poszukiwaniu potrzebnych danych. Najczęstszym problemem jest samo znalezienie niezbędnych informacji. Wynika to z tego, że interfejsy stron są mało czytelne, są przeładowane informacjami, nie eksponują najważniejszych elementów, nie posiadają udogodnień i narzędzi umożliwiających dostęp do nich dla osób starszych czy niepełnosprawnych. Serwisy tego typu, które są przeznaczone dla szerokiej grupy użytkowników, powinny być inteligentnie projektowane, powinny mieć przemyślaną strukturę i wspierać różne rozwiązania także dla osób z różnymi niepełnosprawnościami. Witryny takie powinny być użyteczne, proste w obsłudze, przejrzyste i ascetyczne. Dlatego też strony z takim przeznaczeniem powinny być koniecznie testowane i oceniane pod względem jakości, użyteczności, dostępności, satysfakcji i doświadczenia użytkownika. Badania powinny być więc realizowane już na etapie projektowania i implementacji, a następnie także po wdrożeniu i udostępnieniu informacji w Internecie.

Wśród wielu sposobów testowania serwisów internetowych, w ostatnich latach na popularności zyskuje technika eyetrackingowa. Umożliwia ona analizę stanów oczu osób badanych: zatrzymań (fiksacji), szybkich ruchów (sakad), zmian średnicy źrenicy oraz mruknięć. Technika ta pozwala na przeprowadzenie zarówno analizy jakościowej – dokonywanej na bazie map cieplnych i ścieżek skanowania, a także analizy ilościowej realizowanej na podstawie danych liczbowych. W ramach tej pracy wykonano obie analizy na dwóch istniejących serwisach internetowych oraz dwóch prototypowych odpowiednikach, które zostały opracowane z uwzględnieniem aspektów użyteczności i dostępności. Wszystkie analizowane serwisy zawierały rozkłady jazdy komunikacji miejskiej z wybranych miast. W badaniach wykorzystano wyłącznie technikę eyetrackingową.

2. Przegląd literatury

Strony i aplikacje internetowe muszą obecnie zawierać zestaw funkcjonalności związanych z zapewnieniem dostępności dla szerokiej grupy użytkowników, a szczególnie osób z różnymi niepełnosprawnościami [1].

Dlatego konieczne są narzędzia umożliwiające nietypowe sposoby obsługi komputera i serwisów internetowych. Bardzo dużym wyzwaniem jest sprawienie, żeby system czy strona była dostępna dla wszystkich rodzajów niepełnosprawności. Ważne jest także, aby aplikacje i serwisy były użyteczne, proste i łatwe w obsłudze. Elementy te trzeba kontrolować od momentu projektowania, w czasie implementacji oraz po wdrożeniu.

Istnieje wiele metod badania użyteczności i dostępności. W pracy [2] autorzy wykorzystali trzy narzędzia automatyczne (walidatory: Utilitia, Tingga Page Checker, Google PageSpeed Insights) oraz listę kontrolną składającą się z ośmiu kryteriów oceniających responsywność, możliwość zmiany kontrastu, rozmiaru czcionki, wyboru języka, umożliwienie opcji drukowania i wyświetlania w formacie PDF, posiadanie funkcji lektora, wyszukiwarki oraz dokumentów wymaganych przez prawo. Do oceny serwisów pod względem dostępności wykorzystano dwa wskaźniki i ustalono dla nich progi, po przekroczeniu których dana strona uważana była jako dostępna. W badaniach wzięto pod uwagę 190 serwisów www urzędów gmin województwa lubelskiego. Okazało się, że tylko 33 serwisy gmin posiadają strony przystosowane do potrzeb osób niepełnosprawnych.

W artykule [3] została dokonana ocena serwisów trzech uczelni wyższych w Polsce: Katolickiego Uniwersytetu Lubelskiego, Politechniki Krakowskiej oraz Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technicznego. Do badań wykorzystano dwie metody: kwestionariuszową – sprawdzającą satysfakcję użytkowników podczas interakcji z wybranymi serwisami oraz wykorzystującą technikę eyetrackingową. Podczas analizy danych eyetrackingowych posłużono się mapami cieplnymi i ścieżkami skanowania oraz miarami liczbowymi takimi jak czas do pierwszej fiksacji na obiekcie zainteresowania, czas realizacji zadania i liczba fiksacji. Dodatkowo nagrania sesji użytkowników były przeglądane i oceniane przez ekspertów pod kątem poprawności wykonania zadań.

W ramach niniejszej pracy do analiz także wykorzystano wyniki w postaci map cieplnych i ścieżek skanowania oraz miary takie jak czas realizacji zadań, poprawność ich wykonania, liczba wizyt w obszarze zainteresowania oraz liczba fiksacji w obszarze zainteresowania. Ostatnia miara może być interpretowana na różne sposoby. Duża liczba fiksacji w obszarze zainteresowania z jednej strony może wskazywać na wysoki poziom zainteresowania obiektem lub obszarem [4]. Z drugiej jednak strony może być oznaką trudności w zrozumieniu, rozproszeniu myśli oraz dezorientacji. Poza tym większa liczba fiksacji w określonym AOI (ang. Area of Interest) może wskazywać na to, że ten AOI jest ważniejszy i/lub bardziej zauważalny przez użytkownika od innych [5]. Miara ta może także wskazywać na to, że wyszukiwanie było nieefektywne [6]. Natomiast miara jaką jest liczba wizyt określa liczbę uczestników badań, którzy skupili się na określonym AOI. Jeśli niektórzy badani przegapili dane AOI i nie skupili się na nim, prawdopodobnie oznacza to, że albo ten obszar był trudny do zauważenia (np. nie był wyraźny w porównaniu z innymi obszarami na ekranie), albo uczestnicy nie szukali go, ponieważ prawdopodobnie zawierał informacje, które uznali za nieistotne.

3. Cel i zakres pracy

Celem pracy jest weryfikacja różnych aspektów związanych z dostępnością i użytecznością serwisów internetowych ogólnego przeznaczenia, zawierających rozkłady jazdy autobusów komunikacji miejskiej. Podjęte kwestie dotyczyły przede wszystkim formy graficznej narzędzi dostępności, sposobu dostępu do tych narzędzi (pośredni/bezpośredni), umiejscowienia na witrynie, zastosowania alternatywnych nazw i opisów. Do celów badawczych wybrano dwa funkcjonujące serwisy www. Przy wyborze tych stron kierowano się pochodzeniem firm świadczących usługi komunikacyjne oraz niedomaganiem ich serwisów w zakresie dostępności i użyteczności. Dla porównania przygotowano dwa podobne serwisy, będące odpowiednikami tych istniejących w Internecie, ale różniące się lokalizacją i wyglądem narzędzi dostępności, ważnych linków czy istotnych informacji. Ocena istniejących i zaproponowanych rozwiązań zarówno na stronach firm komunikacyjnych i prototypowych odpowiednikach została dokonana przy pomocy techniki eyetrackingowej. W eksperymencie wzięli udział użytkownicy, którzy wykonywali proste zadania, pracując i wchodząc w interakcje z przygotowanymi serwisami. Dla uproszczenia zostały wykonane rzuty ekranowe wybranych stron, a osoby badane miały tylko odnaleźć pewne informacje tekstowe lub elementy graficzne powiązane z określonymi funkcjonalnościami. Sesje badawcze oraz aktywność oczna była rejestrowana przez eyetracker.

Zakres prac obejmował:

- analizę literatury dotyczącej podobnych badań eyetrackingowych, głównie w obszarze użyteczności i dostępności stron internetowych,
- wybór obiektów do badań – dwóch serwisów internetowych z głównym elementem, jakim był rozkład jazdy autobusów komunikacji miejskiej,
- wykonanie dwóch prototypowych serwisów uwzględniających kwestie użyteczności i dostępności,
- przygotowanie stanowiska badawczego,
- sformułowanie zadań do wykonania przez osoby uczestniczące w eksperymencie,
- przeprowadzenie pilotażu i korekta eksperymentu,
- przeprowadzenie badań i ich rejestracja,
- analizę wyników oraz sformułowanie wniosków.

Przed rozpoczęciem badań zostały postawione następujące pytania badawcze:

1. Czy użycie alternatywnych form graficznych dla narzędzi dostępności utrudni ich używanie?
2. Czy dobrym rozwiązaniem jest zgrupowanie narzędzi dla niepełnosprawnych w jednym miejscu, tak aby dostęp do nich odbywał się za pośrednictwem specjalnej niebieskiej ikony z rysunkiem osoby na wózku?
3. Czy zastosowanie niestandardowych wyglądnów pól tekstowych oraz pominięcie podpowiedzi skomplikuje użytkownikom korzystanie z nich?

4. Czy umieszczenie funkcji dostępności w innych miejscach niż te zwyczajowo przyjęte spowoduje użytkownikom dotarcie do nich?
5. Czy zastosowanie alternatywnych nazw, opcji menu, linków spowoduje dezorientację użytkowników i wydłuży im pracę?
6. Czy brak wyeksponowania ważnych treści przyczyni się do powstania problemów z ich odnalezieniem?
7. Czy forma tekstowa elementów dostępu do treści w serwisie jest lepsza od formy graficznej?
8. Czy lokalizacja elementów stron na dole wydłuża czas pracy użytkownika?

4. Metoda badawcza

Ekspertyment przeprowadzany z wykorzystaniem techniki eyetrackingowej składał się z następujących etapów:

- przedstawienie uczestnikom celu badania i jego przebiegu,
- wyrażenie zgody przez uczestników na udział w badaniu i rejestrację ich działań,
- kalibracja urządzenia,
- wyświetlanie naprzemiennie treści poleceń i bodźców w postaci zrzutów ekranowych z badanych serwisów,
- zorganizowanie grupy badawczej,
- przeprowadzenie eksperymentu na grupie badawczej,
- weryfikacja i przetwarzanie zgromadzonych danych,
- analiza wyników za pomocą platformy iMotions.

4.1 Obiekty badań

Do przeprowadzenia badań zostały wybrane dwie strony internetowe zawierające informacje dotyczące autobusowych rozkładów jazdy. Głównym kryterium przy wyborze tych stron była lokalizacja firmy komunikacyjnej powiązanej z daną stroną internetową na terenie województwa lubelskiego. Drugim kryterium było posiadanie przez stronę www funkcjonalności dostępności. Do badań wybrano serwis MPK Lublin (rysunek 1) oraz serwis Chełmskich Linii Autobusowych (rysunek 2).

Do celów badań opracowano dwa serwisy będące odpowiednikami tych istniejących. Są to prototypowy serwis – Rozkład Jazdy Lublin (rysunek 3) oraz prototypowy serwis ChLA (rysunek 4). Witryny zostały wykonane za pomocą systemu CMS WordPress – najpopularniejszej platformy do zarządzania treścią. Daje ona szerokie możliwości kontrolowania treści, dzięki ogromnej liczbie motywów i wtyczek. Przykładem jednej z takich wtyczek ułatwiającej tworzenie stron jest wtyczka „*WP Accessibility*”, pozwalająca na szybkie dodanie zestawu funkcji dostępności [7].

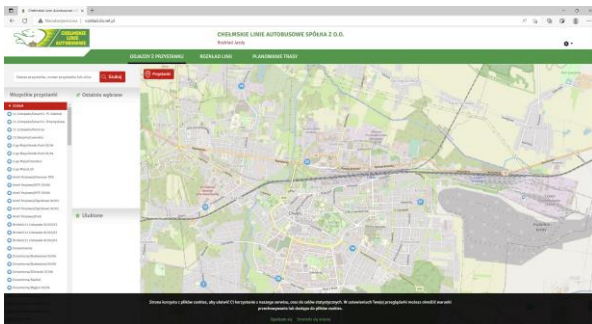
Strony prototypowe są dostępne w Internecie dzięki wykorzystaniu darmowego hostingu (tabela 4). Strony zostały zaprojektowane w ten sposób, aby ich schemat graficzny różnił się od witryny istniejącej.

Tabela 1: Nazwy i adresy stron

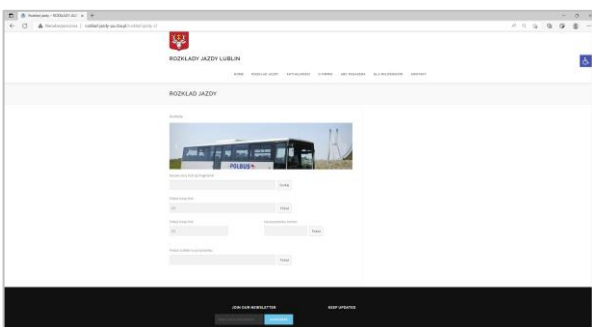
Skrót	Użyta strona
S1	MPK Lublin – oryginał https://mpk.lublin.pl/
S2	MPK Lublin – prototyp http://rozklad-jazdy-pu.cba.pl/
S3	ChLA – oryginał https://www.cla.net.pl/page/357/trasy.html
S4	ChLA – prototyp http://rozklad-jazdy-pu2.cba.pl/trasy/



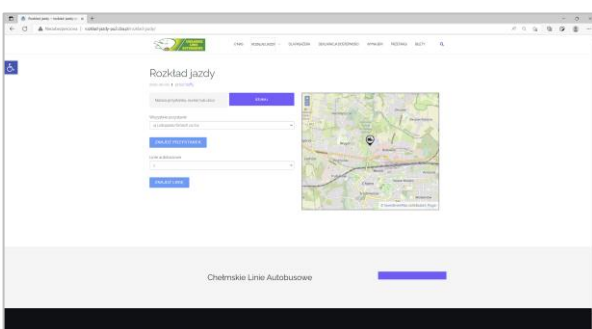
Rysunek 1: Widok oficjalnego serwisu MPK Lublin.



Rysunek 2: Widok oficjalnego serwisu ChLA.



Rysunek 3: Widok prototypowego serwisu Rozkład Jazdy Lublin.



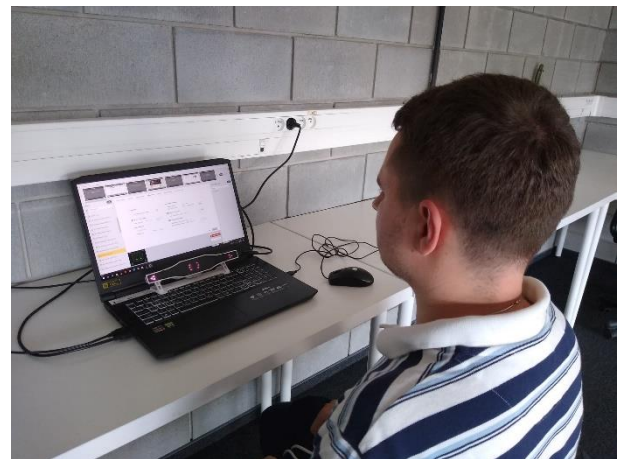
Rysunek 4: Widok prototypowego serwisu ChLA.

4.2 Grupa badawcza

W badaniu wzięło udział 13 osób (10 mężczyzn oraz 3 kobiety). Wiek badanych osób mieścił się w przedziale 23–27 lat. Byli to dawni studenci Politechniki Lubelskiej, studenci Uniwersytetu Medycznego w Lublinie oraz osoby pracujące. Z wywiadu przeprowadzonego przed eksperymentem, ustalono, że uczestnicy nie mieli wcześniej żadnego doświadczenia z dobranymi obiektami badań.

4.3 Stanowisko badawcze

Eksperyment został przeprowadzony w laboratorium należącym do Katedry Informatyki znajdującym się w Centrum Innowacji i Zaawansowanych Technologii Politechniki Lubelskiej. W pomieszczeniu zostały zapewnione odpowiednie warunki oświetleniowe do przeprowadzenia badań. Każdy z uczestników siedział na regulowanym krześle, zapewniającym właściwą pozycję uczestnika podczas badań. W każdej z przeprowadzonych sesji badawczych brał udział moderator, który wyjaśnił uczestnikom szczegóły badania oraz monitorował poprawny przebieg jego wykonania.



Rysunek 5: Przebieg badania eyetrackingowego.

Stanowisko badawcze pokazane na rysunku 3 jest wyposażone w eyetracker stacjonarny Gazepoint GP3 HD [8], którego szczegółową konfigurację przedstawia tabela 2.

Tabela 2: Specyfikacja eyetrackera

Częstotliwość próbkowania	60Hz lub 150Hz
Kalibracja	5-cio lub 9-cio punktowa
Detekcja stanów oka	fiksacji, sakad, zmian średnicy źrenicy
Technika śledzenia	jasna źrenica
Zakres swobody poruszania głową	35 cm w poziomie oraz 22 cm w pionie
Zakres odległości oczu od eyetrackera	~65cm
Dokładność w idealnych warunkach	0,5–1° obuocznie

Eyetracker jest podłączony do laptopa, którego specyfikacja znajduje się w tabeli 3. Na komputerze było zainstalowane oprogramowanie Gazepoint Control, które jest niezbędne do działania eyetrackera. Natomiast

do zaprojektowania eksperymentu zostało użyte oprogramowanie iMotions 9.0. Program ten pozwala na rejestrowanie sesji badawczych użytkowników biorących udział w eksperymencie, jak i wizualizację wyników w postaci: ścieżek skanowania, map cieplnych, map uwagowych i obszarów zainteresowania. iMotions pozwala również na generowanie statystyk i eksport danych [9].

Tabela 3: Specyfikacja laptopa

Model	ACER NITRO 5 AMD
Procesor	AMD Ryzen 7 5800H 3.20 GHz
Karta graficzna	NVIDIA Geforce RTX 3060
Pamięć RAM	32 GB
Monitor	Full HD 144 Hz
Rozdzielczość ekranu	1920 x 1080
Częstotliwość odświeżania	144 Hz
Przekątna ekranu	43,9 cm (17,3")
Typ wyświetlacza	LCD
System operacyjny	Windows 10 x64

4.4 Eksperyment

W ramach pracy przygotowano eksperyment, który składał się z następujących etapów:

1. Określenie celu badań, sformułowanie pytań badawczych.
2. Opracowanie zadań, które będą realizowane przez użytkowników.
3. Zaprojektowanie eksperymentu na platformie iMotions.
4. Przygotowanie stanowiska badawczego.
5. Przeprowadzenie badania pilotażowego i dopracowanie szczegółów eksperymentu.
6. Rejestracja użytkowników podczas realizacji zadań.
7. Eksport wyników i analiza danych.
8. Sformułowanie wniosków i ocena zgromadzonego materiału badawczego.

Eksperyment zawierał sześć zadań, które użytkownicy wykonywali na każdej ocenionej stronie internetowej (dwie istniejące i dwa prototypy). Treść tych zadań przedstawia tabela 4.

Tabela 4: Zadania do wykonania podczas eksperymentu

L.p.	Treść zadania
Zad1	Zlokalizuj narzędzie do powiększenia czcionki na prezentowanej stronie.
Zad2	Znajdź wyszukiwarkę.
Zad3	Gdzie znajduje się <i>Deklaracja dostępności</i> ?
Zad4	Znajdź pole w formularzu, które umożliwi wyświetlenie całego rozkładu na przystanku o wybranym numerze.
Zad5	Znajdź na stronie www informacje o sprzedaży biletów.
Zad6	Znajdź narzędzie umożliwiające wyświetlenie galerii.

Grupa badawcza miała łącznie do wykonania dwadzieścia dwa zadania. Liczba ta wynika z występowania galerii tylko na jednej z oficjalnych stron. Eksperyment został tak zaprojektowany, aby była możliwość porów-

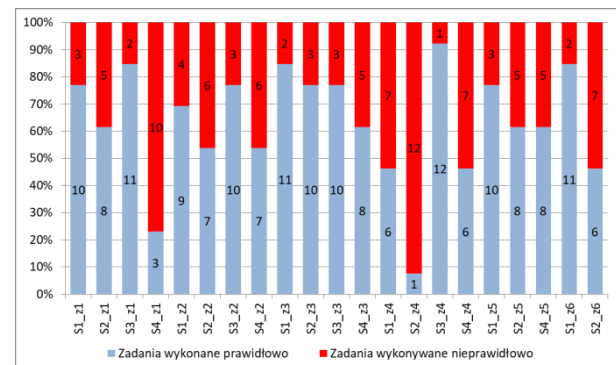
nia i oceny serwisów istniejących z ich prototypami. Każda sesja składała się z takiej samej serii instrukcji i zadań, wyświetlanych za każdym razem w tej samej kolejności. Poza tym każda sesja obejmowała następujące czynności:

- wyjaśnienie badanemu sposobu przeprowadzenia eksperymentu,
- wyrażenie zgody przez badanego na przeprowadzeniu eksperymentu,
- kalibracja urządzenia oraz odpowiednie posadzenie uczestnika przed stanowiskiem badawczym,
- nagranie przez eyetracker ruchów gałek ocznych osób badanych,
- poinformowanie uczestnika o końcu badania.

5. Wyniki badań

5.1 Poprawność wykonania zadań

Po wyeksportowaniu danych z oprogramowania iMotions przeprowadzono analizę wyników. Najpierw skupiono się na zbadaniu poprawności wykonania poszczególnych zadań. Na rysunku 6 znajdują się wyniki pokazujące jak poradzili sobie respondenci z realizacją poszczególnych zadań na określonej, testowanej witrynie. Na wykresie, symbolami S1–S4 oznaczone są serwisy, które wyjaśnione są w tabeli 3. Natomiast skróty z1–z6 to kolejne zadania o treści przedstawionej w tabeli 4.



Rysunek 6: Rezultaty wykonania zadań.

Komentarze do uzyskanych wyników przedstawionych na powyższym wykresie znajdują się w tabeli 5.

Tabela 5: Komentarze do realizacji poszczególnych zadań

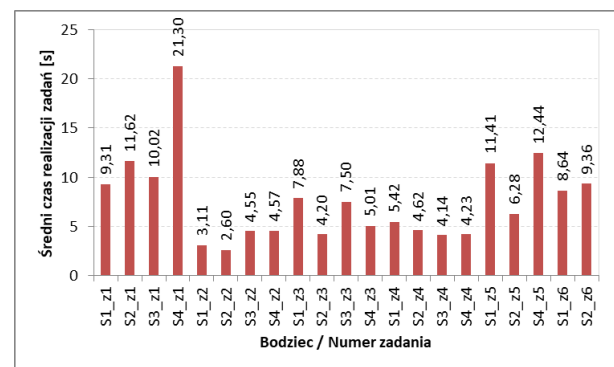
Zadanie	Komentarz
S1_z1	Bezproblemowe odnajdowanie narzędzia, niektórzy respondenci nie znali tej możliwości.
S2_z1	W tym przypadku zadziałał efekt uczenia, większość uczestników domyśliła się, że szukane narzędzie jest dostępne po naciśnięciu niebieskiej ikony znajdującej się przy prawej krawędzi przeglądarki. W wynikach wystąpiło dużo niedokładności między fikcją, a rzeczywistą lokalizacją ikony, więc niezbędna była ocena ekspercka.
S3_z1	Uczestnicy szybko znajdowali znane im narzędzie – dużą literę A z plusem; umiejscowienie tego narzędzia w górnej, prawej części strony ułatwiało to zadanie.
S4_z1	Przeważająca liczba badanych uważała, że do powiększenia czcionki służy ikona lupy, odpowie-

	działna za uruchomienie wyszukiwarki. Także literę A znajdującą się na końcu pola adresu, z jego prawej strony (przeglądarka Microsoft Edge), służącego do czytania strony na głos, uważano za szukane narzędzie. Dużą trudnością było domyślenie się, że narzędzie powiększenia czcionki znajduje się w tzw. menu dostępności znajdującym się po naciśnięciu niebieskiej ikony z osobą na wózku, znajdującą się po lewej stronie okna przeglądarki. Uczestnicy nie znają rozwiązania, które stosuje WordPress.
S1_z2	Duża większość badanych z łatwością znajdowała panel, w którym znajduje się narzędzie do wyszukiwania. Trzy osoby prawdopodobnie nie zrozumiały polecenia lub przypadkowo za szybko kliknęli, przechodząc do następnej planszy.
S2_z2	Wystąpiły duże problemy ze znalezieniem pola wyszukiwarki, choć ulokowane było ono w centralnej części strony. Być może problem wynikał z faktu, że pole to miało szary kolor, nie miało placeholdera, a przycisk zawierał etykietę w jęz. angielskim.
S3_z2	Uczestnicy sprawnie lokalizowali położenie wyszukiwarki, która znajdowała się w środkowej, górnej części strony.
S4_z2	Respondenci mieli problem z wyborem narzędzia do wyszukiwania: mylili ikonę lupy z ikoną zawierającą narzędzia dostępności.
S1_z3	Znalezienie linku <i>Deklaracja dostępności</i> , pomimo wielu treści na stronie i ulokowaniu go w prawym dolnym rogu, nie stanowiło problemu dla respondentów.
S2_z3	Znalezienie deklaracji nie stwarzało problemów. Lokalizacja deklaracji na dole strony wymagała cierpliwości w przeglądaniu obszernej treści strony.
S3_z3	Wyraźny napis <i>Deklaracja dostępności</i> , umieszczony w dolnej części strony, na ogół nie stwarzał problemu z jego odnalezieniem.
S4_z3	Respondenci, którzy nie odnaleźli <i>Deklaracji dostępności</i> , prawdopodobnie nie zrozumieli polecenia. Link był umieszczony w menu górnym, w jego centralnej części, co w większości przypadków nie sprawiało problemów z jego odnalezieniem.
S1_z4	W kilku przypadkach problemem było to, że badani mylili opcję <i>Pokaż trasę linii na przystanku</i> z <i>Pokaż rozkład na przystanku</i> . Prawdopodobnie wynikało to z kolejności – pierwsza opcja znajdowała się nad drugą.
S2_z4	Wystąpiły podobne problemy jak w S1_z4, ale z dużo większym nasileniem, ponieważ tylko jedna osoba wykonała zadanie prawidłowo.
S3_z4	Miejsce umieszczenia pola z placeholderem oraz fakt, że było to jedyne pole na stronie, spowodowało, że tylko jedna osoba nie wskazała tego pola, najpewniej na skutek niezrozumienia zadania.
S4_z4	Prawie połowa uczestników miała problemy z tym zadaniem. Wynikały one z faktu, że chociaż pole to znajdowało się na początku formularza i zawierało placeholder, to tekst w nim był niezrozumiały, a ponadto pole miało kolor szary, przez co mogło sprawiać wrażenie, że jest ono tylko do odczytu.
S1_z5	W tym przypadku problemem mogło być umiejscowienie szukanej opcji – <i>Sprzedż biletów</i> , na dole w lewym menu (przedostatnia opcja). Drugą problematyczną kwestią była duża ilość treści

	wyświetlanej na tej stronie.
S2_z5	Badani znajdowali opcję <i>Bilet elektroniczny</i> i zaprzestawali poszukiwania właściwej opcji, tzn. <i>Sprzedż biletów</i> .
S4_z5	Główną trudnością w znalezieniu właściwej opcji było jej inne nazwanie.
S1_z6 S2_z6	Łatwiej było uczestnikom znaleźć tekstowy link do <i>Galerii</i> niż jedną z wielu ikon, pod którą krył się link do <i>Galerii</i> .

5.2 Pomiar czasu wykonania zadań

Kolejna część wyników dotyczy zmierzonych i uśrednionych czasów wykonania poszczególnych zadań (rysunek 7).



Rysunek 7: Średnie czasy wykonania zadań.

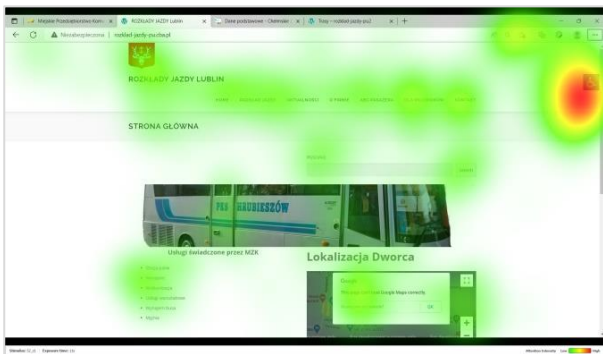
Z powyższego wykresu wynika, że w przypadku zadania pierwszego, znalezienie i domyślenie się, że niebieski przycisk umożliwia powiększenie czcionki na stronie S4, zajmowało uczestnikom średnio aż 21,30 sekund. Dla pozostałych stron czasy te były prawie o połowę krótsze. Dla strony S2 zadziałał prawdopodobnie efekt uczenia się, ponieważ bodziec ten był wyświetlany jako ostatni. Najdłuższy czas wykonywania zadania drugiego wystąpił dla bodźca S4. Uczestnicy musieli się tutaj domyśleć, że wyszukiwarka znajduje się po kliknięciu na ikonie z grafiką lupy. Z kolei w zadaniu trzecim najdłuższy czas wyszukiwania dla stron S1 i S3 wynikał z tego, że szukane elementy znajdowały się na dole stron, w miejscach w których było dużo treści. Natomiast czasy realizacji zadania czwartego były zbliżone, pomimo tego, że strona S3 miała bardzo prosty formularz, składający się z jednego pola, natomiast w formularzu ze strony S4 szukane pole było na samym początku formularza. W przypadku zadania piątego czasy realizacji zadania były warunkowane złożonością struktury treści. Strona S2 miała najprostszą strukturę i zawierała mało treści, tak więc czas wykonywania tego zadania dla tej strony był o połowę krótszy od pozostałych. Podczas realizacji zadania szóstego uczestnicy badań mieli problem na stronie S2 w określeniu miejsca, w którym znajduje się galeria, ponieważ należało dokonać wyboru jednej z wielu znajdujących się na stronie ikon/grafik.

5.3 Analiza jakościowa na podstawie map cieplnych

Badania jakościowe polegały na analizie map cieplnych i wybranych ścieżek skanowania. Pokazują one zagre-

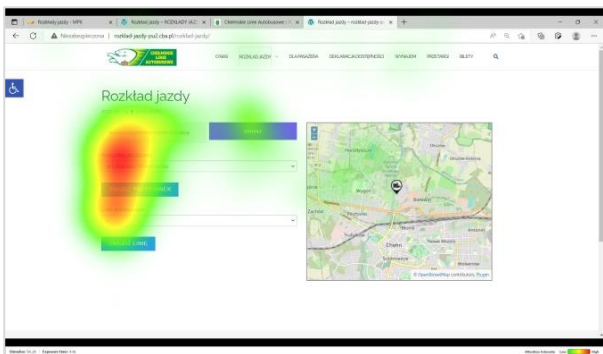
gowane wyniki dla określonego zadania dla wszystkich badanych. Czerwonym kolorem oznaczone są obszary, w których respondenci najczęściej i/lub najdłużej skupiali swoją uwagę. Dzięki barwom: zielonej, żółtej i czerwonej oraz przezroczystości można zobaczyć elementy prezentowanej sceny, które przyciągały uwagę badanych, a które zostały przez nich pominięte.

W zadaniu pierwszym, na podstawie mapy cieplnej i lokalizacji gorącego obszaru można wywnioskować, że szukana funkcjonalność powiększenia czcionki znajduje się w grupie opcji, do której dostęp jest za pośrednictwem niebieskiej ikony z rysunkiem osoby na wózku inwalidzkim (rysunek 8). Duży obszar bodźca pokryty jest barwą zieloną, co świadczy o dokładnej eksploracji przez badanych całej zawartości strony www. Na oficjalnej stronie funkcjonalność ta może być uruchamiana bezpośrednio po kliknięciu na literze A. W prototypie dostęp do tej funkcjonalności można było uzyskać za pośrednictwem wcześniej opisanej ikony, co sprawiło respondentom duże trudności, gdyż nie mieli wcześniej do czynienia z takim rozwiązaniem. Warto również zwrócić uwagę na to, że badany znacznie łatwiej było odależyć te funkcje, które znajdowały się po prawej stronie ekranu.



Rysunek 8: Wynik badania eyetrackingowego w postaci mapy cieplnej dla zadania S2_z1.

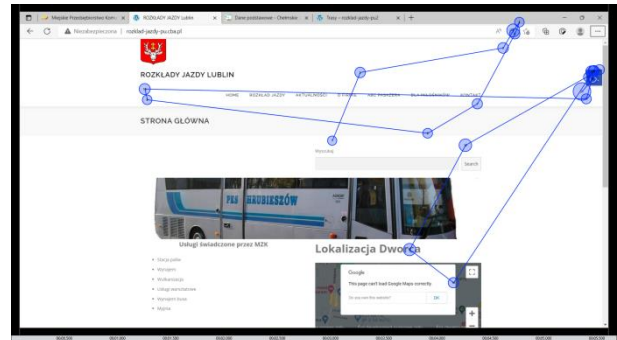
Mapa cieplna na rysunku 9 pokazuje, że uczestnicy przeskanowali wszystkie etykiety i pola formularza, od góry do dołu, choć szukane pole znajdowało się na samej górze. Największy czerwony obszar pokazuje, że badani łatwo i szybko odnajdowali szukane pole, ale dla pewności przeglądali także pozostałe pola znajdujące się w formularzu.



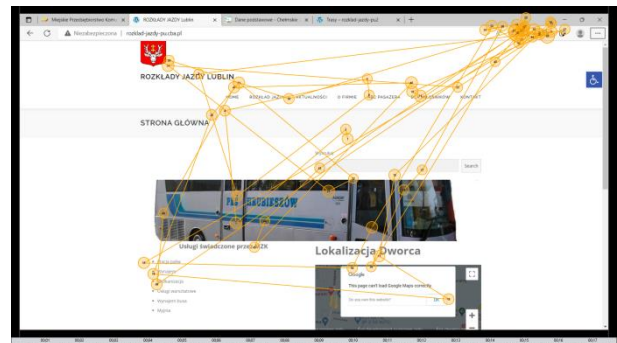
Rysunek 9: Wynik badania eyetrackingowego w postaci mapy cieplnej dla zadania S4_z4.

5.4 Analiza jakościowa na podstawie ścieżek skanowania

Ścieżki skanowania przez wzrok, w postaci linii reprezentują ruch sakadowy, a w postaci kółek zatrzymania (fiksacje) na scenie wizualnej. Rysunki 10 i 11 są przykładami takiego obrazowania, z tym że pierwszy z nich pokazuje prawidłowe i sprawne dotarcie do skutanego celu (dwadzieścia jeden kroków), natomiast drugi – długie skanowanie (kilkadziesiąt kroków) zakończone niepowodzeniem, czyli nie odnalezieniem skutanego narzędzia.



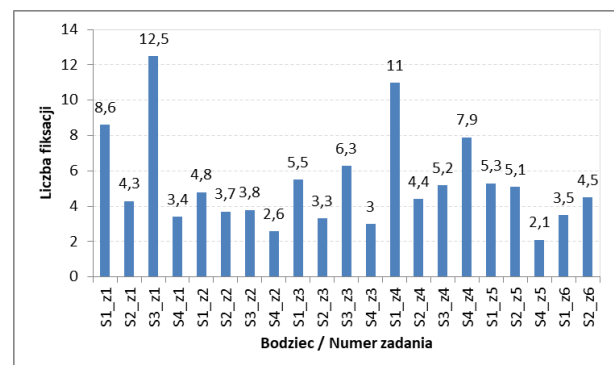
Rysunek 10: Ścieżka skanowania dla S2_z1_JK.



Rysunek 11: Ścieżka skanowania dla S2_z1_MK.

5.5 Analiza ilościowa na podstawie liczby fiksacji w obszarze zainteresowania

Na rysunku 12 przedstawiono średnie liczby fiksacji dla wyznaczonych obszarów zainteresowania na wyszukiwanych obiektach w ramach poszczególnych zadań.

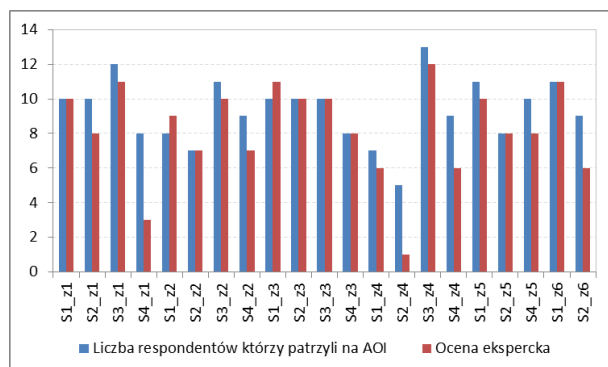


Rysunek 12: Średnia liczba fiksacji w obszarach AOI, w których znajdowały się szukane elementy.

W zadaniu pierwszym dużo fiksjacji wystąpiło w obszarach, na stronach, na których bezpośrednio znajdowały się litera i znak A+ (strony S1 i S3). Gdy funkcjonalność powiększenia czcionki była ukryta (uruchamiana po wcześniejszym kliknięciu na przycisku otwierającym listę narzędzi dostępności) liczba fiksjacji była znacznie mniejsza. Ta mała średnia liczba fiksjacji wynikała również z faktu, że często nie znaleziono lub nie domyślono się, jak dotrzeć do narzędzia służącego do powiększania czcionki. W drugim zadaniu najmniejsza liczba fiksjacji była na elemencie, który pośrednio dawał dostęp do wyszukiwarki (ikona lupy). W tym przypadku o małej liczbie fiksjacji zdecydowały także niewielkie rozmiary szukanej grafiki. Zaskakująco mała liczba fiksjacji miała miejsce dla strony S4, gdzie poszukiwano *Deklaracji dostępności* znajdującej się na środku menu głównego. Natomiast w przypadku zadania czwartego bardzo duża liczba fiksjacji dla bodźca S1 mogła wynikać z tego, że uczestnicy badań długo zastanawiali się, czy wybrane pole jest tym właściwym. Podobna sytuacja zachodziła dla zadania czwartego w przypadku strony S4, pomimo tego że szukany element znajdował się na górze formularza i miał znaczne rozmiary. Z kolei mała liczba fiksjacji w zadaniu piątym, również dla bodźca S4, wynikała z faktu, że badani mieli duży problem z realizacją zadania, ponieważ musieli się domyślić, że to czego szukają, znajduje się pod nazwą *Bilety*. W ostatnim, szóstym zadaniu większa średnia liczba fiksjacji dla strony S2 była efektem tego, że badani zastanawiali się, czy pod niebieską ikoną ze schematem aparatu fotograficznego znajduje się szukana przez nich galeria.

5.6 Analiza ekspercka respondentów

Na rysunku 13 przedstawiono analizę ekspercką, polegającą na zliczeniu respondentów, których uwaga znalazła się w danym obszarze zainteresowania. Równoległe do tego, za pomocą platformy iMotions sprawdzono, wzrok ilu badanych znalazł się w wyznaczonym AOI.



Rysunek 13: Uwaga na określone AOI zestawiona z ekspercką oceną realizacji zadania.

Ocena ekspercka zazwyczaj była bardziej rygorystyczna i eliminowała sytuacje, w których osoby badane patrzyły na szukany element, ale nie rozpoznawały w nim rozwiązania zadania. W niektórych przypadkach,

takich jak S4_z1 i S2_z4 różnice były bardzo duże ze względu na fakt, że badani nie znali odpowiedzi lub nie byli jej pewni. W dwóch przypadkach: S1_z2 i S1_z3 ocena ekspercka była wyższa, choć punkty fiksjacji nie znajdowały się w konkretnym AOI. Spowodowane było to pewnymi niedokładnościami, które mogły wynikać z kilku przyczyn, na przykład: wady wzroku, problemów z kalibracją czy poruszania się uczestnika w czasie badań.

6. Wnioski

W wyniku zrealizowanych badań nasunęło się wiele wniosków, które mogą stanowić dobre praktyki w zakresie użyteczności i dostępności oraz mogą być przydatne twórcom serwisów www. Są one jednocześnie odpowiedziami na pytania badawcze postawione na początku pracy.

1. Użycie podobnych symboli graficznych często wprowadza w błąd użytkowników. Na przykład użycie dużej litery A jako narzędzia służącego do odczytu na głos zawartości strony, mylone jest z literą A z plusem służącą do powiększenia czcionki na stronach www. Inny przypadek to ikona lupy, która powodowała dezorientację, gdyż niekiedy służyła do powiększenia zawartości strony, a czasami do wyświetlenia pola wyszukiwania.
2. Pośredni dostęp do narzędzi dostępności na ogół utrudnia użytkownikom skorzystanie z nich. Tak było w przypadku wtyczki WordPressa oferującej szeroką gamę narzędzi dla osób niepełnosprawnych.
3. Nieprzemysłany wygląd niektórych elementów strony stwarza problemy dla odbiorców treści, np. szare tło i brak placeholdera w polu tekstowym wyszukiwarki
4. Eksperymentowanie z umiejscowieniem niektórych narzędzi powoduje trudności z ich znalezieniem.
5. Dużą dezorientację na stronach internetowych wprowadzają nietypowe nazwy, linki, opcje menu, itd.
6. Duża ilość treści i brak wyeksponowania najważniejszych elementów powoduje problemy ze znalezieniem właściwej informacji.
7. Brak podpisów grafiki sprawia, że użytkownicy często muszą się dłużej zastanowić i sprawdzić, czy to czego chcą użyć, jest właściwą opcją.
8. Umieszczenie elementu/informacji na dole strony na ogół wydłuża czas dotarcia do nich.

Literatura

- [1] D. Paszkiewicz, J. Dębski, Dostępność serwisów internetowych. Dobre praktyki w projektowaniu serwisów internetowych dostępnych dla osób z różnymi niepełnosprawnościami, Stowarzyszenie Przyjaciół Integracji, Warszawa, 2013, <https://www.power.gov.pl/media/13588/Dostepnosc-serwisow-internetowych-Dominik-Paszkiewicz-Jakub-Debski.pdf>, [18.08.2022].
- [2] M. Bednarczyk, M. Dzieńkowski, Evaluation of the availability of websites of communes in the Lubelskie

- Province, Journal of Computer Sciences Institute, 19 (2021) 114–120, [18.08.2022].
- [3] K. Kałan, D. Karpiuk, M. Dzieńkowski, Analiza użyteczności z uwzględnieniem aspektów dostępności wybranych serwisów internetowych uczelni wyższych, Journal of Computer Sciences Institute, 21 (2021) 259–302, [18.08.2022].
- [4] S. Cullipher, S.J.R. Hansen, J.R. VandenPlas, Eye Tracking as a Research Tool: An Introduction, [w] Eye Tracking for the Chemistry Education Researcher, (2018) 1–9.
- [5] A. Poole, L.J. Ball, P. Phillips, In search of salience: A response time and eye movement analysis of bookmark recognition, People and Computers XVIII – Design for Life: Proceedings of HCI 2004, London, (2004) 363–378.
- [6] J. H. Goldberg, X. P. Kotval, Computer interface evaluation using eye movements: methods and constructs, International Journal of Industrial Ergonomics, 24 (6) (1999) 631–645.
- [7] Oficjalna strona WordPressa, <https://pl.wordpress.org/>, [18.08.2022].
- [8] Gazepoint, <https://www.gazept.com/product/gp3hd/>, [18.08.2022].
- [9] iMotions, <https://imotions.com>, [24.09.2022].