

Analysis of the usability of graphical interfaces of car rental websites with consideration of universal design principles

Analiza użyteczności graficznego interfejsu serwisów internetowych wypożyczalni samochodów z uwzględnieniem zasad projektowania uniwersalnego

Jakub Tomasz Szewczyk*, Maria Skublewska-Paszkowska

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

Abstract

The study presents an analysis of two versions of a car rental website's graphical interface in terms of usability and accessibility. A literature review was conducted to clarify concepts such as universal design, usability, and user experience. Two types of the car rental website were developed: one adhering to universal design principles and the other not considering these principles. The research employed tools such as WAVE, surveys, the LUT checklist, and an eye tracker. Metrics like time to first fixation and user ratings were analyzed. The experiments demonstrated that the website following universal design principles is more intuitive and user-friendly. Heatmaps and gaze paths illustrate that the version developed according to universal design principles significantly facilitates users in finding the information they need. Survey results proved that users rate websites developed according to universal design principles significantly better and recognize the need for implementing these principles.

Keywords: universal design; usability; user experience; eyetracking

Streszczenie

Praca przedstawia analizę dwóch wersji interfejsu graficznego strony internetowej wypożyczalni samochodów pod kątem użyteczności oraz dostępności. Dokonano studium literatury przedmiotu, aby przybliżyć pojęcia takie jak: projektowanie uniwersalne, użyteczność oraz doświadczenie użytkownika. Opracowane zostały dwie wersje strony internetowej wypożyczalni samochodów – pierwsza zgodna z zasadami projektowania uniwersalnego i druga, która nie uwzględnia tych zasad. W ramach pracy przeprowadzono badania z wykorzystaniem narzędzia WAVE, ankiety, listy kontrolnej LUT oraz okulografu. Analizie zostały poddane takie miary jak czas do pierwszej fiksacji czy oceny użytkowników. Przeprowadzone eksperymenty wykazały, że wersja strony z uwzględnieniem zasad projektowania uniwersalnego jest bardziej intuicyjna i przyjazna dla użytkownika. Otrzymane mapy cieplne i ścieżki śledzenia wzroku ilustrują, że wersja opracowana zgodnie z zasadami projektowania uniwersalnego znacząco ułatwia użytkownikowi odnalezienie potrzebnych informacji. Badania ankietowe udowodniły, że użytkownicy znacznie lepiej oceniają strony opracowane zgodnie z zasadami projektowania uniwersalnego i widzą potrzebę wdrażania tych zasad.

Słowa kluczowe: projektowanie uniwersalne; użyteczność; doświadczenie użytkownika; eyetracking

*Corresponding author

Email address: jakub.szewczyk2@pollub.edu.pl (J. T. Szewczyk)

Published under Creative Common License (CC BY 4.0 Int.)

1. Wstęp

W dobie postępu technologicznego znaczna część usług przenosi się do świata wirtualnego, co narzuca na właścicieli stron internetowych konieczność dostosowania interfejsu graficznego do potrzeb i oczekiwań użytkowników, tak, aby zachęcał ich do korzystania ze świadczonych usług. Strony internetowe wypożyczalni samochodów są przykładem serwisu, który musi uwzględniać potrzeby klientów w obszarze dostępności, intuicyjności, użyteczności oraz estetyki, dlatego też analiza graficznego interfejsu tego serwisu jest bardzo interesującym zagadnieniem.

W artykule przedstawiono, w jaki sposób zasady projektowania uniwersalnego wdrożone podczas opracowywania interfejsu graficznego wpływają na jego

funkcjonalność i odbiór przez użytkownika. Projektowanie uniwersalne to podejście, które zakłada tworzenie produktów i środowisk dostępnych dla jak najszerszego grona użytkowników, niezależnie od ich wieku, umiejętności czy ograniczeń fizycznych [1].

W ramach przeprowadzonych badań dokonano analizy dwóch wersji interfejsu graficznego strony internetowej wypożyczalni samochodów z użyciem narzędzi takich jak: WAVE (Web Accessibility Evaluation Tool - narzędzie do oceny dostępności stron internetowych), okulografu, kwestionariusza ankietowego oraz listy kontrolnej LUT (Lublin University of Technology). Eksperymenty pozwoliły na sformułowanie wniosków dotyczących tego, czy wdrożenie zasad projektowania

uniwersalnego istotnie polepsza standard korzystania z platformy.

Celem głównym artykułu było zrozumienie i ocena użyteczności interfejsów graficznych stron internetowych wypożyczalni samochodów, a także identyfikacja tego, jak zasady projektowania uniwersalnego są uwzględniane lub jak mogą być wdrożone, aby zwiększyć dostępność i zadowolenia użytkowników.

W pracy postawiono także hipotezy badawcze, których słuszność została zweryfikowana na podstawie otrzymanych wyników badań. Hipotezy te to:

H1: Zasady projektowania uniwersalnego wpływają na poprawę użyteczności graficznego interfejsu serwisów wypożyczalni samochodów.

H2: Strona wypożyczalni samochodów z interfejsem zgodnym z zasadami projektowania uniwersalnego jest lepiej oceniana przez użytkownika.

H3: Układ elementów w szacie graficznej, dobór barw, wielkość tekstu i dodatkowe elementy graficzne wpływają znacząco na efektywność poruszania się użytkowników po stronie internetowej wypożyczalni samochodów.

2. Zagadnienia teoretyczne

Badanie użyteczności interfejsu graficznego wiąże się z analizą doświadczeń użytkownika oraz weryfikacją zastosowania zasad projektowania uniwersalnego. w poniższym rozdziale przedstawiono istotę tych pojęć.

2.1. Projektowanie uniwersalne

Pojęcie projektowania uniwersalnego [2] pojawiło się w latach 90-tych XX wieku, natomiast jego początków można doszukiwać się dużo wcześniej, ponieważ idea ta ściśle związana jest z zasadami ergonomii interfejsu. Projektowanie uniwersalne zdecydowanie jest pojęciem interdyscyplinarnym – zawiera wiedzę z wielu dziedzin, m. in.: biologii, socjologii, psychologii, kultury czy też informatyki. Projektowanie uniwersalne [2] stało się popularne za sprawą architekta Ronalda Mace'a, który to definiuje je jako projektowanie produktów oraz środowiska tak, aby były w możliwie najbardziej użyteczne dla wszystkich użytkowników. Autor twierdzi, że powinno być to możliwe bez konieczności dodatkowej adaptacji, szkolenia czy specjalnego przygotowania.

W Polsce idea projektowania uniwersalnego [3] wyraźnie została zaakcentowana w roku 2006, kiedy to została ogłoszona Konwencja ONZ o Prawach Osób Niepełnosprawnych. Konwencja ta ratyfikowana została przez Polskę w roku 2012. w jednym z artykułów Konwencji zawarto zapis o tym, że państwa ją ratyfikujące, zobowiązują się do tego, by popierać zasady projektowania uniwersalnego podczas tworzenia różnego rodzaju norm oraz zasad działania. Ma to na celu zapewnienie dostępności i pełnej możliwości korzystania z produktów, usług, programów czy urządzeń wszystkim ludziom, także tym, którzy posiadają pewne niepełnosprawności.

Choć idea projektowania uniwersalnego [4] wywodzi się z architektury, dziś ma zastosowanie w wielu różnych branżach. Opisuje ona podejście do projekto-

wania otoczenia społecznego w wielu aspektach – architektonicznym, cyfrowym czy też komunikacyjnym. Jest to strategia takiego planowania otoczenia, aby dostęp do niego miał każdy, bez względu na różnorodne ograniczenia.

Istotą projektowania uniwersalnego [5] jest także to, że każda z grup użytkowników może korzystać z jednego i tego samego, zaprojektowanego rozwiązania. Definicja terminu zakłada, że powinno być to możliwe dzięki wdrożeniu dodatkowych funkcjonalności, które będą na tyle łatwe do użycia, że pozwolą na pełne wykorzystanie możliwości stworzonego produktu czy usługi, w tym m.in. interfejsu graficznego.

Koncepcja projektowania uniwersalnego [6] zawiera w sobie siedem kluczowych zasad opracowanych w North Carolina State University. Stały się one podstawami wszystkich projektów, które mają być maksymalnie użyteczne dla wszystkich osób. Do zasad tych zalicza się: równe wykorzystanie; elastyczność użycia; prostota i intuicyjność obsługi; czytelna informacja; tolerancja na błędy; niewielki wysiłek fizyczny; dostępność i użyteczne wymiary oraz przestrzeń.

2.2. Użyteczność

Z pojęciem projektowania uniwersalnego ściśle wiąże się także użyteczność [7], ponieważ to właśnie jej maksymalizacja jest celem koncepcji projektowania uniwersalnego. Norma ISO 9241-11 podaje, iż użyteczność jest miarą pokazującą w jakim stopniu produkt lub usługa może być zastosowany przez określonych użytkowników do osiągnięcia wyznaczonych celów z określoną wydajnością, efektywnością i satysfakcją w danym kontekście. Zgodnie z tą definicją użyteczność należy rozumieć nie jako cechę produktu, a jako wynik interakcji użytkownika z danym produktem, systemem czy usługą. Należy jednak pamiętać, że pewne cechy i właściwości danego produktu mogą mieć wpływ na to, że jest on użyteczny w danym kontekście.

2.3. Doświadczenie użytkownika

W kontekście badań użyteczności interfejsu graficznego [8] ważne jest także zrozumienie definicji pojęcia doświadczenia użytkownika (UX – User Experience). Termin ten definiowany jest przez Normę ISO 9241-11 jako wszystkie spostrzeżenia i reakcje osób użytkujących dany produkt, które powstają podczas korzystania, a także mogą być oparte o oczekiwania użytkownika. UX jest odniesieniem do osobistych przekonań, emocji, zachowań, reakcji psychologicznych oraz fizycznych, a także spostrzeżeń i wniosków, które pojawiają się u użytkownika przed, w trakcie lub po korzystaniu z danego produktu czy usługi.

Doświadczenie użytkownika [9] w literaturze przedmiotu omawiane jest bardzo szczegółowo w aspekcie produktów informatycznych czy usług świadczonych przez Internet. Termin ten został w ostatnim czasie spopularyzowany w kontekście odniesienia do jakości produktów interaktywnych takich jak np. oprogramowania. Producenci dążą do tego, aby wprowadzić do swojej oferty produkty o unikalnym

UX, dzięki czemu wyróżnią się na tle konkurencji. Należy jednak pamiętać, że UX dotyczy bardzo subiektywnych odczuć użytkowników.

User Experience [10] posiada kilka charakterystycznych cech, które są elementem odróżniającym od tradycyjnej użyteczności. Przede wszystkim, użyteczność wynika ze sprawnego i efektywnego korzystania z produktu i uzyskiwania założonego wyniku. UX natomiast jest odniesieniem do odczuć czy reakcji, które są efektem korzystania z produktu. Doświadczenie użytkownika skupia się właśnie na osobie korzystającej z produktu czy usługi oraz na jej odczuciach, a nie na samym produkcie. Uwzględnia także czynniki takie jak doświadczenia użytkownika z przeszłości, charakterystykę użytkownika, jego lojalność, poczucie wartości czy oczekiwania związane z aspektem społecznym i kulturowym.

3. Przegląd literatury

Przed rozpoczęciem badań w ramach niniejszej pracy dokonano przeglądu istniejących już prac badawczych dotyczących tematyki użyteczności interfejsów graficznych oraz zasad projektowania uniwersalnego. Pozwoliło to na wyłonienie najskuteczniejszych metod analizy w badanym zakresie oraz zidentyfikowanie cech interfejsu, które istotnie wpływają na jego odbiór przez użytkownika.

Celem pracy [11] było porównanie interfejsów zbudowanych zgodnie z zasadami projektowania uniwersalnego z tymi, które tych zasad nie uwzględniają. Do analizy wykorzystano narzędzie WAVE, badania okulograficzne oraz badania ankietowe z użyciem listy kontrolnej LUT. Na podstawie przeglądu literatury założono, że „Większy kontrast interfejsu ma wpływ na widoczność oraz szybkość wyszukiwania poszczególnych elementów interfejsu graficznego” oraz „Rozmieszczenie elementów interfejsu ma zasadniczy wpływ na efektywność poruszania się po serwisie”. Do porównania zastosowano interfejs strony internetowej sklepu Empik, który nie uwzględnia zasad projektowania uniwersalnego oraz stworzono własną aplikację zgodną z tymi zasadami. Badania okulograficzne wykazały, że uczestnicy badania potrzebowali średnio 2 razy mniej czasu na zlokalizowanie elementów na stronie o wysokim kontraście oraz 4 razy mniej czasu na znalezienie wszystkich komponentów umieszczonych w miejscach zgodnych z ogólnie przyjętymi normami projektowania.

Artykuł [12] prezentuje analizę użyteczności interfejsów stron internetowych o tematyce filmowej pod kątem projektowania uniwersalnego. Głównym aspektem, którego dotyczyły badania było to, jak zasady projektowania uniwersalnego wpływają na użyteczność interfejsu. Cel osiągnięto przy pomocy badania okulograficznego, ankiety oraz eksperymentu z użyciem walidatora. Każdy z interfejsów został także poddany analizie w kontekście zgodności ze standardami WCAG (Web Content Accessibility Guidelines – wytyczne dotyczące dostępności treści internetowych) oraz W3C

(World Wide Web Consortium). Badania wykonano bazując na dwóch serwisach internetowych: istniejącym Filmweb oraz jego autorskim odpowiedniku stworzonym na potrzeby badania. Analiza wyników wskazała, iż wdrożenie koncepcji projektowania uniwersalnego znacząco poprawia użyteczność interfejsu.

Praca [5] skupiała się na analizie dwóch serwisów pod kątem dostępności i użyteczności. Jednym z nich był serwis Amazon, a drugi został stworzony na potrzeby badania. Autorski serwis opracowany został zgodnie z zasadami projektowania uniwersalnego, tak aby był dostępny również dla osób niepełnosprawnych. Do badań zastosowano okulograf, narzędzie WAVE oraz ankietę z listą kontrolną LUT. Do oceny serwisów w badaniu okulograficznym wybrano pięć miar: czas wykonania zadania, średni czas fiksacji, średnią liczbę fiksacji, średni czas trwania sakady oraz średnią liczbę sakad. Uzyskane wyniki pozwoliły stwierdzić, że autorski serwis uzyskał krótsze czasy wykonania zadań, porównywalne poziomy miar eyetrackingowych, wyższe oceny na podstawie listy kontrolnej LUT oraz mniejszą liczbę błędów, które zostały zdiagnozowane narzędziem WAVE niż strona Amazon.

Badanie wykonane w ramach pracy [13] miało na celu ocenę użyteczności strony internetowej Uniwersytetu w Cagliari. Do analizy zastosowano badanie okulograficzne. Badane osoby wykonały 10 zadań. Na ich podstawie dokonano pomiarów walidatorem, a później wykonano analizę ilościową oraz jakościową. Na podstawie wskaźników jakimi były liczba fiksacji czy średni czas fiksacji można było wyróżnić elementy strony, które wymagają poprawy by użyteczność strony była na wyższym poziomie. Okazało się, że elementy te nie zostały zaprojektowane zgodnie z zasadami projektowania uniwersalnego.

Przedmiotem badań [14] była ocena użyteczności interfejsów zbudowanych w oparciu o zasady projektowania uniwersalnego. w ramach badania przeprowadzono szczegółowy przegląd dostępnej literatury oraz analizę ekspercką. Wykazano, że aby interfejs był maksymalnie użyteczny musi być zaprojektowany zgodnie z zasadami projektowania uniwersalnego.

Celem badania [15] było sprawdzenie wpływu zasad projektowania uniwersalnego na użyteczność interfejsów serwisów rezerwacji noclegów. Przeprowadzono testy eyetrackingowe, wykazując, że serwisy zgodne z tymi zasadami były bardziej efektywne – użytkownicy szybciej znajdowali poszukiwane elementy, a odsetek tych, którzy wykonali zadanie w wyznaczonym czasie, był wyższy. Analiza map cieplnych i ścieżek skanowania potwierdziła te wyniki. Wskaźniki jakości interfejsu i satysfakcji użytkowników były również wyższe dla serwisów spełniających zasady projektowania uniwersalnego. Badanie sugeruje, że projektowanie uniwersalne znacząco poprawia użyteczność platformy.

Na podstawie analizy porównawczej interfejsów użytej w wielu artykułach połączonej z oceną ekspercką

i ankietowaniem można było zauważyć wiele aspektów, które są szczególnie istotne w tworzeniu użytecznego interfejsu. Autorzy większości artykułów doszli do wniosku, że istnieje potrzeba stworzenia takiego interfejsu, który użytkownik będzie mógł dostosować do swoich indywidualnych potrzeb i preferencji. Dla odbiorców szczególnie liczy się prostota obsługi, czas dotarcia do poszukiwanej informacji oraz czytelność i intuicyjność poszczególnych elementów. Duże znaczenie w przypadku projektowania interfejsu spełniającego oczekiwania odbiorców ma zwrócenie uwagi na kontrast, rozmieszczenie elementów czy też zastosowanie łatwot zrozumiałych ikon lub przycisków tekstowych zamiast graficznych.

Przeprowadzona analiza publikacji pozwala na stwierdzenie, że zastosowanie zasad projektowania uniwersalnego ułatwia użytkownikom korzystanie ze stron internetowych i aplikacji. Potrzebne jest dostosowanie przekazu informacji drogą internetową dla każdego użytkownika, co dodatkowo podkreśla istotę projektowania uniwersalnego.

4. Plan badań

Aby zrealizować cel artykułu podjęto się badania polegającego na analizie porównawczej dwóch wersji interfejsu graficznego strony internetowej wypożyczalni samochodów. Opracowano wersję pierwotną, która nie była zgodna z zasadami projektowania uniwersalnego oraz wersję poprawioną – zgodną z tymi zasadami. Priorytetem podczas tworzenia drugiej wersji strony internetowej było zapewnienie możliwie najlepszej dostępności i użyteczności dla różnych grup użytkowników. Uwaga została skupiona na elementach stron internetowych wypożyczalni takich jak: strona główna, oferta samochodów, blog oraz kontakt. Do badań wykorzystano istniejący projekt strony internetowej wypożyczalni samochodów, znajdujący się na platformie GitHub [17]. Projekt ten posłużył jako baza do modyfikacji, które miały na celu dostosowanie strony do zasad projektowania uniwersalnego. Na rysunku 1 przedstawiono dwie wersje poszczególnych części serwisu.



Rysunek 1: Wersja pierwotna oraz uniwersalna serwisu internetowej wypożyczalni samochodów.

Na stronie głównej zwiększono kontrast między tekstem a tłem, aby poprawić czytelność, w tym zmieniając kolor nagłówka na ciemniejszy. Dodano ikony w prawym górnym rogu, które umożliwiają dostosowanie strony (np. rozmiaru tekstu) dla użytkowników z wadami wzroku. Informacje o lokalizacji i godzinach pracy zostały bardziej wyróżnione i umieszczone na pasku nawigacyjnym dla łatwiejszego dostępu. Zwiększono przestrzeń między elementami strony i lepiej wyróżniono kluczowe informacje, np. wezwania do działania, a tło zostało zmienione, by lepiej pasowało do treści.

W zakładce "Oferta" widoczne są zmiany w dolnej wersji strony, zgodne z zasadami projektowania uniwersalnego. W pierwotnej wersji oferty wynajmu samochodów były prezentowane w minimalistycznym stylu, bez zdjęć, co utrudniało szybkie zidentyfikowanie modeli. W zmienionej wersji dodano zdjęcia pojazdów, co poprawiło wizualną komunikację i ułatwiło przeglądanie. Zastosowano również większe odstępy między ofertami, co zwiększyło przejrzystość i estetykę strony. Dodatkowo poprawiono widoczność przycisków i etykiet poprzez zastosowanie bardziej wyrazistych kolorów, co ułatwia interakcję.

W wersji pierwotnej zakładki „Blog” cała treść była przedstawiona w formie zwykłego tekstu, co utrudniało czytanie i przeglądanie. Układ strony był prosty i mało atrakcyjny wizualnie, co zniechęcało do zapoznania się z artykułami. W dostosowanej wersji treść podzielono na sekcje z miniaturami obrazków, co poprawiło estetykę i ułatwiło nawigację. Dodanie grafik i krótkich wprowadzeń zwiększyło zaangażowanie użytkowników oraz uczyniło stronę bardziej intuicyjną i dostępną.

W zakładce "Kontakt" widoczne są istotne zmiany poprawiające użyteczność i estetykę strony. Pierwotna wersja była minimalistyczna, z centralnie umieszczonym formularzem kontaktowym oraz podstawowymi informacjami poniżej, co mogło być mniej intuicyjne. W zaktualizowanej wersji dodano wyraźne ikonki nawigacyjne i dodatkowe przyciski, co ułatwia dostęp do funkcji strony i podnosi jej interaktywność. Zwiększono widoczność danych kontaktowych poprzez pogrubienie tekstu i dodanie ikon, co poprawia czytelność. Uporządkowanie sekcji kontaktowej oraz dodatkowe opcje komunikacji, jak formularz kontaktowy, zwiększają funkcjonalność i intuicyjność zakładki.

4.1. Metody badawcze

W ramach pierwszego etapu badań zastosowano narzędzie WAVE, służące do oceny dostępności strony internetowej zgodnie z wytycznymi WCAG. Analiza przeprowadzona za pomocą tego narzędzia pozwoliła na zidentyfikowanie potencjalnych problemów z dostępnością np. brak alternatywnych tekstów dla obrazów czy błędy kontrastu kolorów.

Kolejnym narzędziem użytym do badań jest lista LUT, czyli zbiór kontrolny nawiązujący do kluczowych elementów wytycznych WCAG. Jest używana do oceny projektu pod kątem spełniania konkretnych wymagań

dotyczących dostępności, takich jak czytelność treści, kontrast kolorów czy dostępność dla osób korzystających z czytników ekranowych. Analiza wyników otrzymanych z ankiet z listą kontrolną LUT pozwala na obliczenie współczynnika WUP (Web Usability Points), który jest miarą oceniającą użyteczność strony internetowej z perspektywy użytkownika. Jest on subiektywną miarą jakości interfejsu [16] z następującego wzoru:

$$WUP = \frac{1}{n_a} \sum_{i=1}^{n_a} \frac{1}{s_i} \sum_{j=1}^{s_i} \frac{1}{q_{ij}} \sum_k^{q_{ij}} p_{ijk} \quad (1)$$

gdzie n_a jest liczbą obszarów, s_i jest liczbą podobszarów w obszarze j , q_{ij} jest liczbą pytań w obszarze i oraz podobszarze j oraz p_{ijk} jest oceną pytania o numerze k w obszarze i oraz podobszarze j .

Kolejna część badań odbyła się z wykorzystaniem kwestionariusza ankietowego. w badaniu wzięło udział 30 osób, w tym 43% kobiet i 57% mężczyzn. Większość stanowiły osoby młode (43% w wieku od 19 do 26 lat). Dominowali badani z wyższym wykształceniem (84%). 73% respondentów to osoby pracujące, a 67% badanych mieszka w mieście. z internetowych wypożyczalni samochodów respondenci najczęściej korzystano okazjonalnie, przy czym 47% badanych robił to kilka razy w roku. Badani w pierwszej części ankiety odpowiadali na pytania zamknięte jednokrotnego wyboru, które dotyczyły ich preferencji podczas korzystania z serwisów internetowych wypożyczalni samochodów. w drugiej części respondenci przyznawali oceny od 1 do 5 dla zrzutów ekranu kilku różnych zakładek serwisu w wersji pierwotnej oraz zgodnej z zasadami projektowania uniwersalnego.

Ostatnim etapem eksperymentu było przeprowadzenie badań okuloGRAFOWYCH. Badaniu poddana została 10 osobowa grupa, wśród której znajdowali się wyłącznie studenci Politechniki Lubelskiej. Byli to mężczyźni w wieku między 22 a 24 lata, którzy bardzo sprawnie posługują się komputerem i mieli już wcześniej styczność z różnego rodzaju stronami internetowymi wypożyczalni samochodów. Podczas eksperymentu zastosowano metodę A/B. 5 osób wykonało zadania na stronie zgodnej z zasadami projektowania uniwersalnego, a kolejnych 5 badanych te same zadania na stronie w wersji niezgodnej z tymi zasadami. Urządzeniem umożliwiającym przeprowadzenie badania był eyetracker Gazepoint GP3 HD, służący do rejestracji, pomiaru i analizy aktywności oczu, stanów oka, do których zaliczyć można zatrzymanie (fiksacje), szybkie ruchy (sakiady), zmianę rozmiarów źrenicy oraz mrugnięcia. Użyte oprogramowanie do iMotions w wersji 9.0.

Grupy badawcze dla metody ankietowej i eyetrackingu były różne, ponieważ każda z tych metod miała inne cele i była realizowana w różnych momentach. Ankieta z listą kontrolną LUT przeprowadzona bezpośrednio po badaniu eyetrackingowym była skierowana do uczestników tego eksperymentu, aby uzyskać ich świeże, subiektywne wrażenia związane z korzystaniem z interfejsu, co pozwoliło na skonfrontowanie danych eyetrackingowych z opiniami użytkowników. Natomiast druga ankieta, zrealizowana później,

obejmowała szerszą grupę studentów, którzy nie brali udziału w badaniu eyetrackingowym. Jej celem było zebranie bardziej ogólnych opinii na temat systemu, niezwiązanych bezpośrednio z wcześniejszym doświadczeniem testowym, co umożliwiło uzyskanie szerszej perspektywy.

4.2 Scenariusze badań

Dla badania z zastosowaniem narzędzia WAVE opracowano następujący scenariusz:

- Otwarcie narzędzia WAVE w przeglądarce internetowej.
- Wklejenie linku do projektowanej aplikacji do odpowiedniego pola na stronie WAVE.
- Uruchomienie analizy i oczekiwanie na wyniki.
- Przegląd uzyskanych wyników w 6 obszarach: błędy, ostrzeżenia, funkcje, skrypt, błędy kontrastu, struktura.
- Analiza wyników w kontekście każdego obszaru, identyfikacja istotnych problemów z dostępnością.
- Wnioskowanie na podstawie przeprowadzonej analizy, określenie priorytetów naprawczych.

W przypadku badania z użyciem Listy Kontrolnej LUT scenariusz zawierał etapy takie jak:

- Analiza wersji pierwotnej oraz uniwersalnej aplikacji.
- Zastosowanie listy kontrolnej do oceny poszczególnych elementów projektu, takich jak struktura nagłówek, używane kolory, dostępność tekstu alternatywnego dla multimediów itp.
- Przegląd uzyskanych wyników i identyfikacja obszarów, które mogą wymagać poprawy.
- Analiza wyników z perspektywy spełnienia wytycznych WCAG.
- Wnioskowanie na podstawie przeprowadzonej analizy, identyfikacja kroków naprawczych i ulepszeń w dostępności aplikacji.

Scenariusz przeprowadzania badania ankietowego był następujący:

- Przygotowanie kwestionariusza ankietowego.
- Umieszczenie linka do ankiety w mediach społecznościowych.
- Zebranie odpowiedzi od respondentów.
- Opracowanie zebranych danych i wnioskowanie na ich podstawie
- Wnioskowanie na podstawie zebranych danych.

W ramach badania eyetrackingowego badani mieli do wykonania listę zadań, które przeprowadzali dwukrotnie – na dwóch różnych wersjach strony. Scenariusz badań wyglądał następująco:

- Przygotowanie stanowiska badawczego – zainstalowanie eyetrackera i jego kalibracja.
- Wyjaśnienie uczestnikom badania jego przebiegu oraz przekazanie listy zadań do wykonania.
- Prezentacja widoku strony w wersji pierwotnej i wykonanie zadań przez uczestników.

- d) Prezentacja strony w wersji zgodnej z zasadami projektowania uniwersalnego i wykonanie zadań przez uczestników.
- e) Zebranie danych – zapisanie ścieżek wzrokowych, punktów fiksacji, rejestracja czasu itp.
- f) Analiza porównawcza zebranych danych.
- g) Wnioskowanie na podstawie przeprowadzonej analizy oraz sformułowanie rekomendacji.

Do zadań, które wykonywali uczestnicy badania eye-trackingowego należały:

1. Znalezienie na stronie głównej pola wyszukiwarki – „Wyszukaj”.
2. Znalezienie na stronie głównej przycisku, który przeniesie badanego do strony, na której może zobaczyć samochody dostępne w ofercie firmy.
3. Znalezienie na stronie odnośnika, który przekieruje badanego do szczegółów o konkretnym samochodzie – w tym przypadku „BMW 540d xDrive”.
4. Znalezienie odnośnika do wpisu o temacie „Jeśli akumulator w Twoim samochodzie się rozładował” w zakładce „Blog”.
5. Znalezienie przycisku „Wyślij wiadomość” w zakładce „Kontakt”.

5. Wyniki badań

Przeprowadzone zgodnie ze scenariuszami badania pozwoliły na zebranie danych i dokonanie analizy porównawczej dwóch wersji strony internetowej. Wyniki przedstawiono w dalszej części rozdziału.

5.1. Wyniki analizy badań ankietowych

Otrzymane wyniki jednoznacznie wykazały, że użytkownicy widzą potrzebę stosowania zasad projektowania uniwersalnego i znacznie lepiej oceniają wygląd strony w wersji uniwersalnej, niż w wersji pierwotnej. Aż 97% ankietowanych uznała, że prostota interfejsu, jego estetyka oraz czytelność czcionek i układ tekstu oraz kolorystyka i poziom kontrastu są dla nich bardzo ważne lub ważne (w bardzo dużym lub dużym stopniu).

W drugiej części ankiety respondenci mieli za zadanie przyznanie ocen od 1 do 5 rzutom ekranu dwóch wersji różnych zakładek na stronie pierwotnej i uniwersalnej. Badanie to jasno ukazało, że respondenci znacznie lepiej oceniają wygląd strony w wersji uniwersalnej. Największa różnica widoczna była w przypadku zakładki „Blog”. Średnia ocen dla wersji pierwotnej wyniosła 1,60, podczas gdy dla wersji uniwersalnej 4,63, co udowadnia, że użytkownicy dużo lepiej oceniają stronę zgodną z zasadami projektowania uniwersalnego.

5.2. Wyniki list LUT

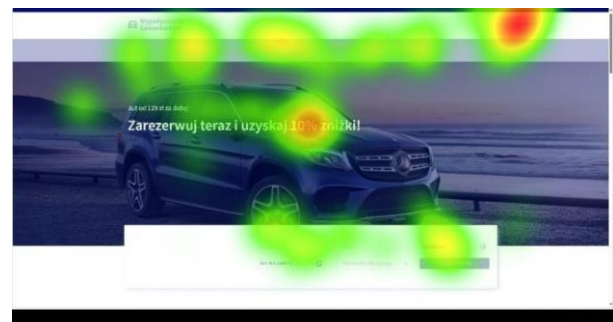
Wypełnienie listy kontrolnej LUT umożliwiło obliczenie współczynnika WUP dla każdej wersji serwisu. Wartość tego współczynnika mieści się w przedziale od 1 do 5. Aplikacja uniwersalna uzyskała współczynnik WUP wynoszący 4,58, a aplikacja pierwotna tylko 2,69. Wyższa wartość współczynnika WUP wskazuje na większe zaangażowanie użytkowników oraz częstsze i

bardziej intensywne używanie aplikacji, zatem można stwierdzić, że aplikacja uniwersalna ma przewagę nad aplikacją pierwotną.

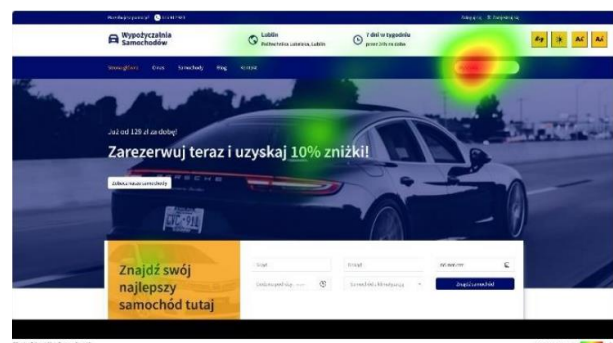
5.3. Wyniki analizy eyetrackingowej

Dzięki przeprowadzeniu badań okulograficznych możliwe było łatwe uzyskanie ścieżek skanowania dla wszystkich zadań, oddzielnie dla każdego z badanych. w rezultacie powstały obrazy przedstawiające oglądaną stronę internetową z nałożonymi ścieżkami wzrokowymi uczestników. Oprócz ścieżek skanowania dla poszczególnych zadań stworzono również zagregowaną mapę cieplną. Kolory na mapie wskazują miejsca, w których występowały najczęściej fiksacji lub dłuższe ich trwanie. Kolor zielony symbolizuje niewielkie zainteresowanie danym obszarem, natomiast czerwony oznacza duże zainteresowanie.

Jak wynika z map cieplnych przedstawionych na Rysunkach 2 i 3, najczęściej uwagi skupiano na obszarach, które były kluczowe dla wykonania zadań. Kolor zielony zaznacza miejsca eksplorowane przez część uczestników przed dotarciem do właściwych informacji. Rysunki 2 i 3 prezentują mapy cieplne po wykonaniu zadania 1, które polegało na znalezieniu wyszukiwarki na stronie. Intensywny kolor czerwony ilustruje tendencję użytkowników do poszukiwania wyszukiwarki w prawym górnym rogu strony.



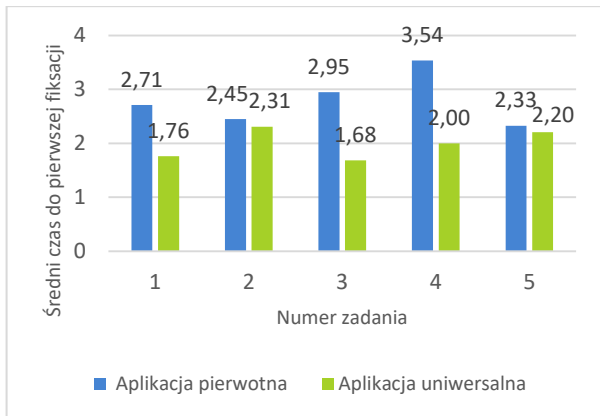
Rysunek 2: Mapa cieplna strony głównej w wersji pierwotnej wypożyczalni samochodów dla zadania 1.



Rysunek 3: Mapa cieplna strony głównej w wersji uniwersalnej wypożyczalni samochodów dla zadania 1.

Wśród zebranych danych znalazły się także czasy do pierwszej fiksacji. Na Rysunku 4 znajduje się wykres słupkowy uśrednionej wartości czasu do pierwszej fiksacji dla pięciu zadań. Można na nim zauważyć, że czas

do pierwszej fiksacji przy wykonywaniu zadań dla strony uniwersalnej był krótszy.



Rysunek 4: Uśredniona wartość czasu do pierwszej fiksacji dla poszczególnych zadań [s].

5.4. Wyniki analizy narzędziem WAVE

WAVE to narzędzie przeznaczone do badania i oceny dostępności serwisów internetowych, które analizuje takie metryki jak kontrast czy widoczność elementów. z pomocą wtyczki internetowej przeznaczonej dla przeglądarki Chrome zbadano dwie wersje serwisu. Badanie wersji pierwotnej ujawniło wiele błędów i ostrzeżeń, które znajdują się na Rysunku 5. Było ich w sumie aż 63.

Rodzaj	Opis	Liczba wystąpień
błąd	brak etykiety formularza	2
	SUMA	2
błąd kontrastu	bardzo mały kontrast	12
	SUMA	12
alert	brak nagłówka pierwszego poziomu	3
	zdarzenie niezależne od urządzenia	2
	bardzo mały tekst	10
	podkreślony tekst	7
	SUMA	22
właściwości	zerowy lub pusty tekst alternatywny	3
	język	1
	SUMA	4
ARIA	ARIA	3
	ARIA tabindex	4
	ARIA ukryta	5
	SUMA	12
strukturalne elementy	nagłówek poziomu 1	1
	nagłówek poziomu 2	2
	nagłówek poziomu 3	1
	nagłówek poziomu 4	1
	uporządkowana lista	2
	nawigacja	4
	SUMA	11

Rysunek 5: Wskazane nieprawidłowości i wytyczne na stronie głównej w wersji pierwotnej.

Badanie strony głównej w serwisie z zastosowaniem zasad projektowania uniwersalnego wykazało ponad połowę mniej nieprawidłowości których dokładne opisy znajdują się na Rysunku 6. Nieprawidłowości wykry-

tych w wersji zgodnej z zasadami projektowania uniwersalnego było 29.

Rodzaj	Opis	Liczba wystąpień
błąd	brak etykiety formularza	1
	SUMA	1
błąd kontrastu	bardzo mały kontrast	8
	SUMA	8
alert	brak nagłówka pierwszego poziomu	1
	zdarzenie niezależne od urządzenia	2
	bardzo mały tekst	3
	podkreślony tekst	2
	SUMA	8
właściwości	zerowy lub pusty tekst alternatywny	2
	język	1
	SUMA	3
ARIA	ARIA	1
	ARIA tabindex	1
	ARIA ukryta	1
	SUMA	3
strukturalne elementy	nagłówek poziomu 1	1
	nagłówek poziomu 3	1
	uporządkowana lista	2
	nawigacja	2
	SUMA	6

Rysunek 6: Wskazane nieprawidłowości i wytyczne na stronie głównej w wersji uniwersalnej.

Najbardziej zauważalną poprawę zaobserwowano w kategorii alertów, gdzie liczba ostrzeżeń została zmniejszona o 63,64%, co świadczy o skutecznym rozwiązaniu problematycznych elementów w tej kategorii. Zmiany wprowadzone w interfejsie zgodne z zasadami projektowania uniwersalnego przyniosły znaczącą poprawę w kilku kluczowych kategoriach.

6. Wnioski

Analiza przedstawionych wyników badań pozwoliła na sformułowanie szeregu wniosków. Badania z użyciem narzędzia WAVE wykazały, że aplikacja z uwzględnieniem projektowania uniwersalnego uzyskała wyższy poziom jakości interfejsu w porównaniu do wersji bez uwzględnienia projektowania uniwersalnego. Platforma zmodyfikowana zgodnie z zasadami projektowania uniwersalnego wykazała się wyższym poziomem dostępności spełniając większą liczbę wytycznych WCAG. Wersja bez uwzględnienia projektowania uniwersalnego wykazała potencjalne trudności z dostępnością dla osób z różnymi rodzajami niepełnosprawności, zwłaszcza w obszarze czytelności odczytu treści.

Na podstawie badań eyetrackingowych można stwierdzić, że czasy skupienia na kluczowych elementach interfejsu były krótsze w przypadku aplikacji zgodnej z projektowaniem uniwersalnym, co wskazuje na bardziej intuicyjną nawigację i zrozumienie treści. Analiza wersji interfejsu uwzględniającego zasady projektowania uniwersalnego wykazała istotną obserwację dotyczącą mapy cieplnej. Zaobserwowano, że w porównaniu do wersji, która nie uwzględnia tych zasad, mapa cieplna jest znacznie mniej rozproszona, co

przekłada się na szybsze odnajdywanie przez użytkowników wyznaczonych miejsc. Badani wykazują zauważalną zdolność do intuicyjnego kierowania wzrokiem, co sugeruje, że ulepszony interfejs skutecznie ułatwia orientację i nawigację, co może istotnie poprawić ogólne doświadczenie użytkownika.

Aplikacja z uwzględnieniem projektowania uniwersalnego uzyskała lepsze wyniki w analizach eyetrackingowych, co potwierdza, że interfejs jest bardziej atrakcyjny i dostępny dla różnych grup użytkowników. Wszystkie przeprowadzone eksperymenty wykazały, że projektowanie uniwersalne wpływa pozytywnie na jakość interfejsu i dostępność aplikacji, co przekłada się na lepsze doświadczenia użytkowników.

Na podstawie sformułowanych wniosków można zalecać stosowanie zasad projektowania uniwersalnego podczas tworzenia interfejsów graficznych. Interfejsy powinny być możliwie najbardziej intuicyjne, aby ułatwić użytkownikom znajdowanie potrzebnych informacji. Warto także regularnie przeprowadzać testy użyteczności z udziałem użytkowników, w tym osób z niepełnosprawnościami, aby ocenić i poprawić jakość interfejsu. Badania eyetrackingowe mogą dostarczyć cennych informacji na temat rzeczywistych doświadczeń użytkowników.

Osiągnięto założony w artykule cel, jakim było zrozumienie i ocena użyteczności interfejsów graficznych stron internetowych wypożyczalni samochodów. Zauważono, że zasady projektowania uniwersalnego mają pozytywny wpływ na odbiór przez użytkownika. Potwierdziły się także wszystkie założone hipotezy. Użytkownicy zarówno w badaniu ankietowym jak i w badaniu z listą LUT jasno wskazali, że strona w wersji uniwersalnej jest w ich ocenie lepsza. Analiza badań eyetrackingowych pozwoliła na udowodnienie hipotezy mówiącej o tym, że strona zgodna z zasadami projektowania uniwersalnego charakteryzuje się większą efektywnością poruszania się po niej wśród użytkowników, a badania z narzędziem WAVE wykazały, że prawdą jest hipoteza mówiąca o tym, że zasady projektowania uniwersalnego wpływają na poprawę użyteczności serwisu.

Literatura

- [1] B.R. Connell, M. Jones, R. Mace, J. Muller, A. Mullick, E. Ostroff, J. Sanford, E. Steinfeld, M. Story, G. Venderheiden, *The Principles of Universal Design*, NC State University, 1997.
- [2] K. Kowalski, o co tyle szumu? Projektowanie uniwersalne, <https://formy.xyz/artykul/o-co-tyle-szumu-projektowanie-uniwersalne/> [01.06.2024]
- [3] D. Chimicz, A. Prokopiak, *Koncepcja projektowania uniwersalnego w edukacji*, UMCS, (2021) 28-38, <https://doi.org/10.5604/01.3001.0014.8059>
- [4] T. Bajkowski, M.M. Perkowska, *Projektowanie uniwersalne w przestrzeni uniwersyteckiej – idee, możliwości, dobre praktyki*, Wydawnictwo Uniwersytetu w Białymstoku, Białystok 2022.
- [5] M. Dzieńkowski, M. Plechawska-Wójcik, M. Polewski, *Usprawnienie interfejsu serwisu e-commerce dzięki zastosowaniu zasad projektowania uniwersalnego*, *Journal of Computer Sciences Institute* 25 (2022) 337-344, <https://doi.org/10.35784/jcsi.3019>
- [6] NC State University, *The principles of universal design*, <https://design.ncsu.edu/wp-content/uploads/2022/11/principles-of-universal-design.pdf> [01.06.2024]
- [7] Online Browsing Platform, ISO 9241-11:2018, <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-11:ed-2:v1:en> [01.06.2024]
- [8] Wikidot, *Komunikacja człowiek – komputer, Użyteczność i UX*, <http://kck.wikidot.com/zajecia:06:uzytecznosc> [01.06.2024]
- [9] M. Sikorski, I. Garnik, K. Redlarski, *Badania doświadczenia użytkownika (user experience) w projektowaniu interakcji użytkownik-system*, Informatyka Ekonomiczna, Gdańsk 2011.
- [10] V. Roto, E.C. Law, A. Vermeeren, A. Hoonhout, *User Experience White Paper*, 2010.
- [11] C. Altmajer, P. Błażewicz, M. Skublewska-Paszkowska, *Analiza graficznego interfejsu użytkownika sklepu internetowego z uwzględnieniem metod projektowania uniwersalnego*, *Journal of Computer Sciences Institute* 25 (2022) 315-322, <https://doi.org/10.35784/jcsi.3010>
- [12] K. Bielec, M. Skublewska-Paszkowska, J. Sokół, *Analiza użyteczności interfejsów stron internetowych o tematyce filmowej pod kątem projektowania uniwersalnego*, *Journal of Computer Sciences Institute* 25 (2022) 301-308, <https://doi.org/10.35784/jcsi.3006>
- [13] G. Zammarchi, L. Frigau, F. Mola, *Markov chain to analyze web usability of a university website using eyetracking data*, *Statistical Analysis and Data Mining*, Cagliari 2021.
- [14] M. Ali, P. Excell, M. Miraz, *Adaptive user interfaces and universal usability through plasticity of user interface design*, *Computer Science Review*, Amsterdam 2021.
- [15] K. Kurek, M. Skublewska-Paszkowska, M. Dzieńkowski, P. Powroźnik, *The impact of applying universal design principles on the usability of online accommodation booking websites*, *Applied Computer Science* 20 (2023) 56-71, <https://doi.org/10.35784/acs-2024-04>
- [16] B. Badzio, A. Bodziak, B. Brodawka, K. Buchajczuk, M. Skublewska-Paszkowska, M. Dzieńkowski, P. Powroźnik, *Analysis of the usability and accessibility of websites in view of their universal design principles*, *Applied Computer Science* 18 (2022) 63-85, <https://doi.org/10.35784/acs-2022-22>
- [17] *Strona wynajmu samochodów*, <https://github.com/devmuhib/React-Car-Rental-Website> [30.01.2024]