

Comparative analysis of the availability of cinema websites, taking into account the principles of universal design

Analiza porównawcza dostępności serwisów internetowych kin z uwzględnieniem zasad projektowania uniwersalnego

Hanna Boguta*, Maria Skublewska-Paszowska

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

Abstract

The subject of this study is to conduct a comparative analysis of cinema websites, taking into account the principles of universal design. The universal designing is a philosophy which central assumption is to create products, including graphic interfaces so that they are accessible to as many users as possible. An accessibility is a term that describes the extent to which users of different ages, with varying degrees of physical or mental fitness, can use it. Therefore, it is essential to adapt the interface to the largest possible audience when designing the interface. In the paper the following hypothesis has been defined: "The application of universal design principles increases the accessibility of websites". The "Multikino" website has been selected for the research, which does not require the universal design, and the website created for the purpose of this study that meets these requirements. The research methods used in the study include eye-tracking, checking compliance with WCAG (ang. Web Content Accessibility Guidelines) guidelines using the WAVE (ang. Web Accessibility Evaluation Tool) tool, and conducting an interface assessment survey. The conducted research has shown that the stated hypothesis is true.

Keywords: accessibility; universal design; eye tracking

Streszczenie

Celem niniejszej pracy jest przeprowadzenie analizy porównawczej serwisów internetowych kin z uwzględnieniem zasad projektowania uniwersalnego. Projektowanie uniwersalne jest filozofią, której głównym założeniem jest tworzenie produktów, w tym interfejsów graficznych w taki sposób, aby były one dostępne dla jak największej liczby użytkowników. Dostępność jest pojęciem określającym w jakim stopniu użytkownicy w różnym wieku, o różnym stopniu sprawności fizycznej czy umysłowej są w stanie z niego korzystać. Dlatego ważne jest, aby projektując interfejs dostosować go do jak największej liczby odbiorców. W pracy postawiono hipotezę: „Zastosowanie zasad projektowania uniwersalnego zwiększa dostępność stron internetowych”. Na potrzeby badań wybrano serwis internetowy „Multikino”, który nie wspiera zasad projektowania uniwersalnego, oraz utworzono własny serwis internetowy, który spełnia te wymagania. Metody badawcze zastosowane w pracy to badania okulograficzne, sprawdzenie poziomu zgodności z wytycznymi WCAG (ang. Web Content Accessibility Guidelines) przy pomocy narzędzia WAVE (ang. Web Accessibility Evaluation Tool), oraz przeprowadzenie ankiety oceny interfejsu. Przeprowadzone badania wykazały, że postawiona hipoteza jest prawdziwa.

Słowa kluczowe: dostępność; projektowanie uniwersalne; okulografia

*Corresponding author

Email address: hanna.boguta@pollub.edu.pl (H. Boguta)

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

1. Wstęp

Rozrywka jest ważnym elementem codziennego życia, dlatego ważne jest, aby każdy miał do niej dostęp niezależnie od wieku oraz stanu zdrowia. Pojęcie dostępności określa czy i jak szerokie grono odbiorców usługi może z niej korzystać. Dostępność dotyczy również stron internetowych, między innymi takich jak uwzględnione w badaniu serwisy internetowe kin. Pojęcie projektowania uniwersalnego odnosi się do dostępności oraz funkcjonalności utworzonego środowiska. Głównym jego założeniem jest, aby różne dobra i usługi były dostępne w takim samym stopniu dla zwykłych użytkowników jak również tych z dysfunkcjami oraz niepełnosprawnościami.

Wytyczne WCAG [1] określają w jakim stopniu strony internetowe spełniają wymagania dostępności.

W 2016 roku Parlament Europejski wydał dyrektywę o dostępności cyfrowej, na mocy której strony internetowe i aplikacje mobilne podmiotów publicznych muszą spełniać szereg wymagań określonych w standardzie WCAG 2.0 [2]. Głównymi zasadami są postrzegalność, funkcjonalność, zrozumiałość oraz solidność.

Dostępność stron internetowych można także badać przy pomocy metody okulograficznej. Metoda ta przy pomocy specjalistycznego sprzętu zwanego okulografem pozwala na śledzenie ruchów gałek ocznych. Okulograf wysyła światło podczerwone i zbiera światło podczerwone odbite od powierzchni gałek ocznych, na podstawie czego rejestrowane są tak zwane fiksacje i sakady. Fiksacje to punkty, w których wzrok pozostaje na chwilę skupiony, natomiast sakady to ścieżki pomiędzy punktami fiksacji. Na podstawie zebranych danych

w odpowiednim oprogramowaniu wytwarza się tak zwane ścieżki fiksacji oraz mapy cieplne, dzięki którym można zobaczyć jak badana osoba skanuje wzrokiem, na przykład po interfejsie graficznym aplikacji internetowej.

2. Cel i zakres pracy

Celem pracy było zbadanie czy zastosowanie zasad projektowania uniwersalnego zwiększa dostępność stron internetowych. W tym celu zestawiono ze sobą dwie strony internetowe, jedną spełniającą wymagania projektowania uniwersalnego oraz drugą, która tych wymagań nie spełnia. Badania dotyczyły przeprowadzenia analizy porównawczej stron internetowych przy pomocy wytycznych WCAG 2.0, badań okulograficznych oraz ankietowych. W pracy postawiono hipotezę, iż zastosowanie zasad projektowania uniwersalnego zwiększa dostępność stron internetowych.

Zakres pracy obejmował przegląd literatury dotyczący badań okulograficznych stron internetowych oraz ich dostępności. Kolejnymi etapami pracy było zaprojektowanie eksperymentu badawczego oraz wybór metod badawczych pozwalających na zweryfikowanie postawionej hipotezy, a następnie wykonanie analizy otrzymanych wyników.

3. Przegląd literatury

Autorzy w artykule [3] poruszają kwestie użyteczności wybranych witryn internetowych używając do badań analizy okulograficznej. Twierdzą oni, że priorytetem dla twórców stron internetowych powinna być ich prostota w użytkowaniu, aby ograniczyć czas potrzebny na znalezienie określonych informacji, co przyczyni się do zredukowania frustracji przy korzystaniu z nich oraz zwiększy satysfakcję z użytkowania. Do badań użyto 5 różnych stron internetowych banków, na których 22 uczestników rozwiązało 3 zadania. Następnie zostali oni poproszeni o swobodne przeglądanie stron przez minutę. Celem tych badań była identyfikacja elementów i struktur strony oraz sposobu ich zaprojektowania tak, aby zwiększyć ich użyteczność. Badano elementy takie jak style projektowania strony, layouty oraz formaty stron tego samego typu. Ponadto wśród badanych osób przeprowadzono ankietę, w której oceniali oni jak trudne były zadania, które musieli wykonywać. Autorzy na podstawie przeprowadzonych badań okulograficznych oraz danych ankietowych wysnuli wnioski, że góra, środek oraz prawa strona witryny przykuwają najwięcej uwagi. Wartości liczbowe powinny być przedstawiane w postaci tabel lub wykresów, aby zwiększyć przejrzystość strony.

W artykule [4] przebadano technologie okulograficzne i ich zastosowania w wielu dziedzinach. Technologia pozwala na śledzenie ruchu gałek ocznych. Wykorzystuje się ją do zbierania informacji, gdzie skierowany jest wzrok w celu dalszej ich analizy. Autorzy opisują zasadę działania okulografii, rodzaje okulografów oraz dziedziny w jakich wykorzystuje się je do przeprowadzania badań. Są to między innymi badania naukowe i akademickie, badania rynku, neurobiologia

i psychologia, badania medyczne, badania użyteczności, badania opakowań, badania komputerów i gier komputerowych, czynniki ludzkie i symulacja, okulistyka. Dla każdej z tych dziedzin opisano sposób wykorzystania technologii okulograficznej oraz jej znaczenie. Autorzy zauważają, że technologia ta ma szerokie zastosowanie i można ją wykorzystać do śledzenia aktywności użytkowników smartfonów, ponieważ urządzenia te posiadają kamery o dużej rozdzielczości.

W artykule [5] przeprowadzono analizę dostępności 59 stron internetowych portugalskich uczelni wyższych. W badaniu uwzględniono zarówno uczelnie techniczne jak i uniwersytety. Do badania wykorzystano 3 główne narzędzia: AChecker, WAVE oraz aXe. Na podstawie otrzymanych wyników autorzy artykułu porównują, który rodzaj uczelni średnio osiąga lepszą dostępność w 4 różnych aspektach takich jak postrzegalność, operatywność, zrozumiałość oraz solidność. Na przykład uniwersytety uzyskały lepsze wyniki dotyczące kontrastu kolorów na stronie w porównaniu do uczelni technicznych. Ponadto autorzy sugerują w jaki sposób można poprawić dostępność badanych stron, na przykład poprzez zwiększenie kontrastu elementów strony, zmianę rodzaju czcionki czy dodanie tekstu alternatywnego.

Autorzy artykułu [6] przedstawiają badania dostępności stron internetowych uniwersytetów w Indiach. Przeprowadzili oni analizę stron głównych 302 indyjskich uniwersytetów z użyciem wytycznych WCAG 2.0 przy pomocy narzędzi WAVE oraz AChecker, które automatycznie sprawdzają czy badana strona spełnia te wytyczne. Po otrzymaniu wyników badane uniwersytety podzielono pod względem dostępności ich serwisów internetowych na trzy grupy: serwisy o niskiej dostępności, serwisy o średniej dostępności oraz serwisy o wysokiej dostępności. Dodatkowo utworzono tabele porównujące liczbę uniwersytetów pod względem grupy, do której je przypisano. Ponad 70% z badanych uniwersytetów zakwalifikowano do trzeciej grupy co oznacza, że znaczna większość z nich nie spełnia wymogów dostępności. Utworzono również wykresy porównujące liczbę błędów jakie uzyskały badane strony z podziałem na utworzone uprzednio grupy. Bazując na wynikach badania autorzy proponują rozwiązania w postaci uwzględnienia na stronach wytycznych WCAG 2.0, aby zwiększyć ich dostępność. Ponadto zauważają oni, że każda z badanych stron ma zarówno swoje mocne jak i słabe strony.

W pracy [7] autorzy opisują przeprowadzone badania porównawcze dostępności serwisów internetowych 348 uczelni wyższych w Ameryce Łacińskiej. Poruszają oni problematykę dostępności serwisów w odniesieniu do coraz większej popularności tych serwisów. Zauważają oni, że w dużym stopniu pierwsze wrażenie osób dotyczące instytucji opiera się na ich oficjalnych stronach internetowych. Dzieje się tak ponieważ, to na oficjalnych stronach w pierwszej kolejności wyszukiwane są informacje. Dlatego istotne jest zadbanie o to, aby strony te spełniały wymagania dostępności oraz były przejrzyste, intuicyjne i proste w obsłudze, także dla osób z niepełnosprawnościami. Badania zostały

przeprowadzone w oparciu o wytyczne WCAG 2.0 przy użyciu narzędzia WAVE. Badano zgodność stron internetowych z 12 wytycznymi opisanymi według zasad P. O. U. R. (ang. Percivable, Operable, Understandable, Robust), które dotyczą postrzegania, operatywności, zrozumiałości oraz solidności strony. Do badań użyto losową próbkę spośród wszystkich uczelni wyższych w Ameryce Łacińskiej. Na podstawie wyników badań autorzy utworzyli ranking uczelni w zależności od uzyskanej liczby błędów, ranking państw w oparciu o procentową liczbę błędów oraz mapę państw Ameryki Łacińskiej, na której zaznaczono wyniki uzyskane przez dane państwo. Z badań wynika, że żadna z badanych uczelni nie uzyskała akceptowalnego poziomu dostępności oficjalnej strony internetowej. Porównano również ogólny ranking uczelni z rankingiem dostępności stron internetowych, z czego wywnioskowano, że nie każda uczelnia umieszczona wysoko w rankingu posiada adekwatnie wysoki wynik w badaniu dostępności oficjalnej strony internetowej.

W pracy [8] opisano problematykę stron o tematyce e-commerce w odniesieniu do ich dużej ilości na rynku oraz świadczenia podobnych usług i produktów. Jakość strony internetowej oraz doświadczenia z użytkowania pełnią bardzo istotną rolę w odnoszeniu przez nią sukcesu. Metoda eQual jest metodą ewaluacji stron internetowych używającą 22 kryteria. Podzielone są one na grupy takie jak użyteczność, jakość informacji oraz jakość interakcji z serwisem. Autorzy w swoich poprzednich publikacjach proponowali metodę PEQUAL, która była rozszerzeniem dla metody eQual, biorąc również pod uwagę różne aspekty oraz preferencje modelowania z MCDA (ang. Multi-Criteria Decision Analysis) oraz dodano analizę okulograficzną do badań. Celem autorów było rozwinięcie wcześniej istniejącej metody MCDA przez dodanie połączonych wyników ankietowych oraz wzięcia pod uwagę postrzegalności danych na stronach. Zostało to zrealizowane poprzez dodanie 6 nowych kryteriów oceny. Badaniu poddano 10 najbardziej popularnych serwisów e-commerce. Na podstawie wyników badań stwierdzono, że badania ankietowe pozwalają badaczom dowiedzieć się o subiektywnej ocenie użytkowników. Analiza okulograficzna dostarcza mierzalnych danych oraz rozwinięta przez badania ankietowe może utworzyć na przykład rankingi jakości stron. Autorzy stwierdzają, że w badaniach warto łączyć ze sobą kilka metod badawczych, ponieważ umożliwia to szerszą analizę problematyki.

W pracy [9] przebadano 50 aplikacji internetowych pod kątem ich dostępności. Badanie skupiało się na średnich wartościach wynikowych ewaluacji z użyciem wytycznych WCAG 2.0. Wartościami wynikowymi są fail, pass i warning, które kolejno oznaczają, że dany element na stronie jest niezgodny z wytycznymi, zgodny z wytycznymi oraz posiada ostrzeżenie o błędach. Obliczono średnią liczbę elementów występujących na pojedynczej stronie danej aplikacji internetowej, która wyniosła 1010 elementów. Wynikiem badań są średnie wartości występujących na badanych stronach wartości

wynikowych. Przedstawione zostały one w postaci liczbowej oraz procentowej. Średnio 28% elementów na stronie przeszło pomyślnie ewaluację, 12% nie przeszło ewaluacji, natomiast 70% otrzymało ostrzeżenia o błędach. Autorzy zauważają, że wyższa liczba elementów, które przeszły pomyślnie ewaluację, w porównaniu z elementami, które nie przeszły ewaluacji może wynikać z użycia nowoczesnych narzędzi, które podczas tworzenia stron internetowych automatycznie generują fragmenty kodu zgodne z wytycznymi WCAG 2.0. Autorzy we wnioskach stwierdzają, że obecnie strony internetowe są coraz bardziej rozbudowane oraz dynamiczne, co powoduje powstawanie coraz większej liczby błędów w kontekście dostępności, więc ważne jest aby korzystać z narzędzi do ewaluacji stron, które działają dynamicznie i powalają wykryć więcej błędów występujących na stronach internetowych.

Autorzy pracy [10] przedstawiają opracowany algorytm eMine, który na podstawie badań okulograficznych generuje najbardziej powszechną ścieżkę powstałą podczas wykonywania przez uczestników badania określonych zadań na stronach internetowych. W badaniu wzięło udział 40 uczestników i jako materiał badawczy użyto sześć stron internetowych. Początkowo sprawdzono, czy algorytm wykrywa takie ścieżki. Badane strony podzielono na sekcje i oznaczono je kolejnymi literami alfabetu, następnie uczestnicy wykonywali zadania dotyczące odnajdywania określonych informacji czy elementów na stronie. Na podstawie danych z okulografu utworzono sekwencje w jakich uczestnicy badania poruszali się po wydzielonych sekcjach. W kolejnym kroku użyto algorytmu eMine do wybrania spośród nich takich sekwencji, które były najbardziej powszechne. Badania następnie rozszerzono o uwzględnienie między innymi płci, znajomości danej strony oraz rodzaju wykonywanego zadania. Pozwoliło to wykazać, że te czynniki mogą mieć wpływ na wynik końcowy. Powstały algorytm może zostać wykorzystany podczas tworzenia stron internetowych w celu polepszenia doświadczeń użytkowników oraz zrozumienia jak korzystają ze stron internetowych.

4. Metoda badawcza

Głównym założeniem badań było przeprowadzenie analizy porównawczej dwóch serwisów internetowych kin, w celu zbadania czy zastosowanie zasad projektowania uniwersalnego zwiększa poziom dostępności strony internetowej. W tym celu wykorzystano metody badawcze takie jak: analiza WCAG 2.0, badania okulograficzne oraz ankieta oceny użytkowników. Następnie z uzyskanych danych okulograficznych obliczono średni czas w jakim użytkownik odnajdował na stronie dany element. Z danych ankietowych obliczono jak średnio w odczuciu badanych osób strony spełniają zasady projektowania uniwersalnego.

4.1. Obiekt badań

Na potrzeby badań wybrano serwis internetowy jednej z najpopularniejszych w Polsce sieci kin Multikino [11],

który nie spełniał wymagań projektowania uniwersalnego. Ponadto utworzono własną stronę internetową o podobnej tematyce, gdzie zastosowano zasady projektowania uniwersalnego, w celu przeprowadzenia analizy porównawczej obu stron internetowych.

4.2. Grupa badawcza

Grupę badawczą stanowiło 20 studentów studiów magisterskich. Byli to studenci kierunku Informatyka na Politechnice Lubelskiej.

4.3. Stanowisko badawcze

Stanowisko badawcze składało się ze laptopa oraz zewnętrznego okulo grafu Gazepoint GP3 HD [12], ustawionego tuż pod ekranem komputera. Na komputerze zainstalowano dedykowane oprogramowanie Gazepoint oraz iMotions [13] potrzebne do obsługi okulo grafu.

4.4. Przebieg badań

W pierwszej kolejności badane strony poddano weryfikacji dostępności z wykorzystaniem wytycznych WCAG 2.0. Użyto do tego narzędzia WAVE [14], które po podaniu adresu strony automatycznie sprawdza zgodność strony z wytycznymi oraz wyświetla wszelkie błędy występujące na stronie.

Kolejnym etapem badań było przeprowadzenie badań okulo graficznych. Do badań wykorzystano okulo graf Gazepoint GP3 HD podłączony do laptopa, na którym zainstalowano oprogramowanie Gazepoint Control oraz iMotions 9.2. Przed przystąpieniem do właściwych badań uczestnicy przechodzili proces kalibracji, który służył do skorygowania różnicy między rzeczywistymi punktami patrzenia, a tymi wskazywanymi przez urządzenie. Następnie badanym wyświetlano kolejno polecenia (Tabela 1) jakie elementy interfejsu mają odszukać na stronie, a następnie wyświetlano zrzuty ekranu aplikacji na których znajdują się dane elementy.

Trzecim krokiem badań było przeprowadzenie ankiety do oceny jakości interfejsu aplikacji. Przygotowano scenariusz badawczy, według którego badani zapoznawali się z wybranym serwisem internetowym kina oraz utworzoną na potrzeby badania aplikacją. Scenariusz badawczy wyglądał następująco:

1. Użytkownik wchodzi na stronę
2. Użytkownik wybiera opcję "Zaloguj się"
3. Użytkownik przechodzi do strony Rejestracji
4. Użytkownik tworzy konto.
5. Użytkownik loguje się na utworzone konto.
6. Użytkownik przechodzi na stronę z repertuarem
7. Użytkownik wyświetla opis pierwszego wyświetlanego się filmu.
8. Użytkownik wybiera godzinę seansu i przechodzi do kupna biletu.
9. Użytkownik rezerwuje bilet na wybrany.
10. Użytkownik wylogowuje się.

Następnie w ankiecie przygotowanej w oparciu o ankietę LUT (ang. Lublin University of Technology) oceniali oni w jakim stopniu (w ich subiektywnej ocenie) badane strony spełniały kryteria projektowania uniwersalnego. Wybrano 10 zagadnień najistotniejszych

dla wykonywanych badań. W Tabeli 2 znajdują się pytania na jakie musieli odpowiedzieć badani.

Ocena powyższych zagadnień odbyła się według 5-stopniowej skali. W Tabeli 3 przedstawiono znaczenie każdego ze stopni skali.

Tabela 1: Polecenia dla badanych osób

Numer badania	Polecenie
1	Znajdź element, za pomocą którego przejdziesz do formularza rejestracji.
2	Znajdź przycisk, za pomocą którego zalogujesz się.
3	Znajdź pole, do którego należy wpisać adres e-mail.
4	Znajdź element, za pomocą którego wyświetlisz regulamin.
5	Znajdź element, za pomocą którego wyświetlisz opis filmu.
6	Znajdź element, za pomocą którego wyszukasz film.
7	Znajdź element, gdzie podana jest data premiery filmu.
8	Znajdź element, w którym widnieje informacja o godzinach seansów.
9	Znajdź elementy wskazujące na zarezerwowane już miejsca w kinie.
10	Znajdź element z informacją o godzinie, na którą rezerwujesz bilet.

Tabela 2: Zagadnienia oceniane w ankiecie LUT

Numer pytania	Treść pytania
1	Czy dostęp do wszystkich funkcji aplikacji jest łatwy i intuicyjny?
2	Czy struktura informacji jest przemyślana?
3	Czy struktura informacji jest zrozumiała dla użytkownika?
4	Czy layout jest czytelny?
5	Czy układ jest graficznie spójny?
6	6. Czy kontrast pomiędzy tekstem a tłem jest odpowiedni?
7	7. Czy dobór barw umożliwia skorzystanie z aplikacji przez osoby z zaburzeniami widzenia barw?
8	8. Czy zwykły użytkownik nie ma trudności z wprowadzeniem danych do formularza?
9	Czy formularze posiadają elementy walidujące wprowadzone dane?
10	Czy używane w aplikacji nazewnictwo jest zrozumiałe?

Tabela 3: Skala oceny zagadnień w ankiecie

Stopień	Znaczenie
1	Wystąpiły krytyczne problemy dotyczące użyteczności, uniemożliwiające korzystanie z aplikacji/strony bądź zniechęcające do korzystania z niej.
2	Napotkano poważne problemy dotyczące użyteczności mogące uniemożliwić większości użytkownikom realizację zadań.
3	Wystąpiły drobne problemy związane z użytecznością, które pojedynczo nie stanowią utrudnienia dla większości użytkowników, jednak ich nagromadzenie może wpłynąć na jakość pracy użytkownika.
4	Zidentyfikowane pojedyncze drobne problemy związane z użytecznością mogące obniżyć jakość pracy z aplikacją
5	Nie stwierdzono problemów związanych z użytecznością ani mających wpływ na jakość pracy.

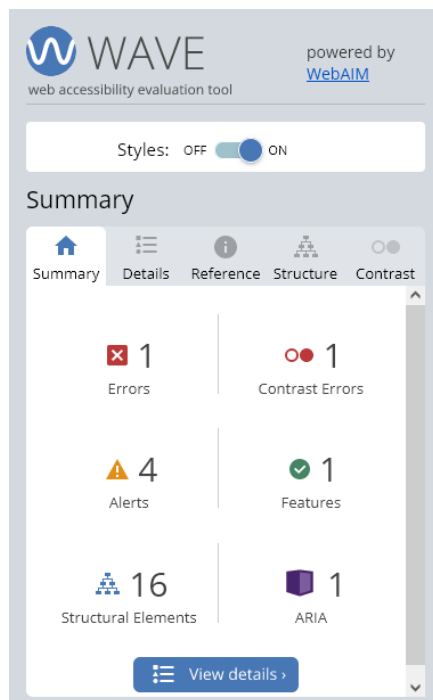
5. Wyniki

Po przeprowadzeniu badań dokonano analizy danych zebranych na poszczególnych etapach. Analiza WCAG

2.0 przy użyciu narzędzia WAVE, to proste sprawdzenie w jakim stopniu badane serwisy spełniają wymagania WCAG. Badania okولوجraficzne umożliwiły analizę ilościową na podstawie czasu wykonania zadań oraz liczby fiksacji. Ponadto umożliwiły analizę jakościową przy użyciu map cieplnych oraz ścieżek skanowania. Badania ankietowe pozwoliły sprawdzić, jak subiektywnie badane osoby oceniały serwisy.

5.1. Analiza WCAG 2.0

W wyniku analizy WCAG 2.0 przeprowadzonej w narzędziu WAVE dla utworzonej aplikacji otrzymano wynik przedstawiony na Rysunku 1, natomiast dla serwisu Multikino na Rysunku 2.

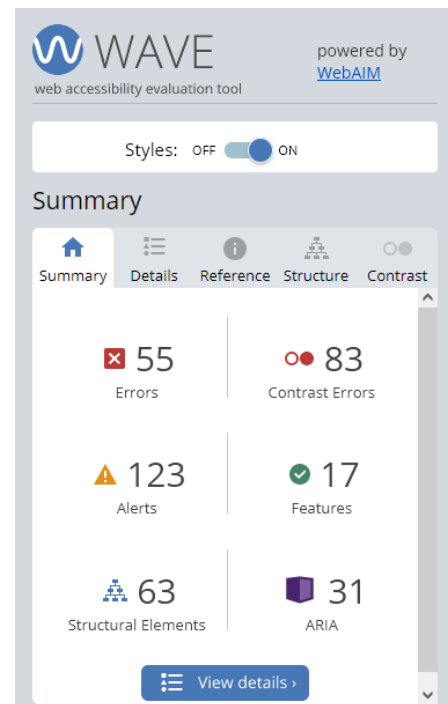


Rysunek 1: Wyniki analizy WCAG 2.0 dla aplikacji spełniającej wymagania.

Wyniki analizy wykazały znaczną różnicę pomiędzy badanymi serwisami. Utworzona aplikacja uzyskała pojedyncze błędy ogólne i kontrastu oraz 4 ostrzeżenia, natomiast aplikacja Multikino, 55 ogólnych błędów, 83 błędy kontrastu oraz 123 ostrzeżenia. Wynik taki może być spowodowany różnicą w ilości elementów graficznych na stronach.

5.2. Badania okولوجraficzne

Z badań okولوجraficznych uzyskano czasy w jakich badani wykonywali polecenia polegające na odnalezieniu danego elementu interfejsu na stronach oraz liczbę fiksacji od momentu wyświetlenia widoku do momentu odnalezienia szukanego elementu. Dla każdego elementu obliczono średni czas w jakim badani wykonywali polecenia oraz średnią liczbę fiksacji. Średnie czasy wykonania zadań przedstawiono w Tabeli 4, a średnią liczbę fiksacji w Tabeli 5.



Rysunek 2: Wyniki analizy WCAG 2.0 dla aplikacji niespełniającej wymagań.

Tabela 4: Średni czas wykonania zadania

Numer zadania	Aplikacja spełniająca wymagania (s)	Aplikacja nie spełniająca wymagań (s)
1	1,59	4,78
2	1,27	5,25
3	1,50	4,49
4	3,04	6,29
5	2,18	12,58
6	1,78	9,03
7	2,34	6,83
8	1,88	7,64
9	2,35	7,64
10	2,82	5,69

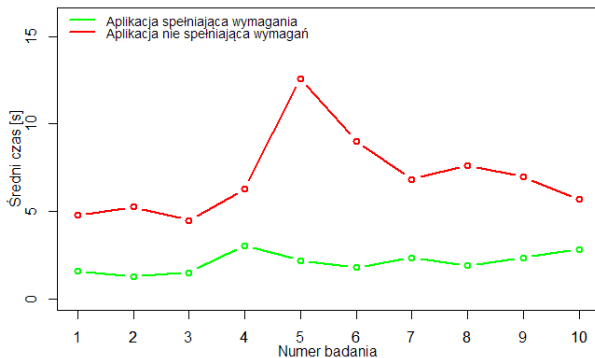
Tabela 5: Średnia liczba fiksacji dla zadań

Numer zadania	Aplikacja spełniająca wymagania	Aplikacja nie spełniająca wymagań
1	6,10	15,55
2	4,60	16,70
3	5,60	14,40
4	11,20	22,20
5	6,80	42,00
6	5,42	29,25
7	8,60	22,45
8	6,75	27,10
9	9,10	23,85
10	9,90	18,30

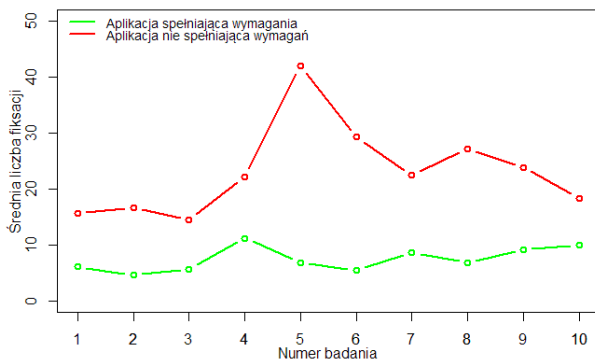
Dodatkowo dla lepszej wizualizacji wyników utworzono wykresy (Rysunek 3 i 4), które przedstawiają średni czas wykonania każdego z zadań oraz średnią liczbę fiksacji.

Na Rysunkach 5-8 przedstawiono przykładowe mapy cieplne oraz ścieżki fiksacji dla widoku logowania, obrazujące w jaki sposób badani wykonywali zadanie

polegające na odnalezieniu przycisku rejestracji. Mapa ciepła przedstawia, gdzie na badanym widoku przez najdłuższy czas badane osoby skupiały wzrok. Ścieżki fiksacji pokazują w jaki sposób jedna z badanych osób odnajdowała dany element na stronie.

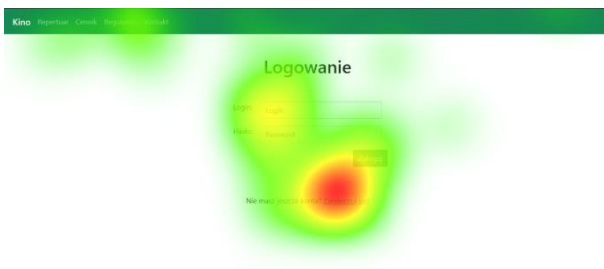


Rysunek 3: Średni czas wykonania zadania.



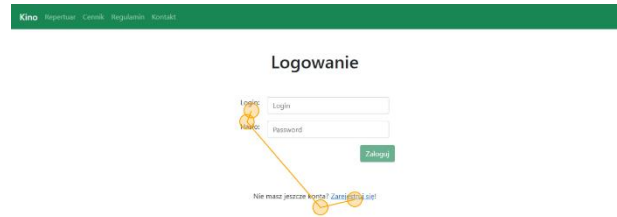
Rysunek 4: Średnia liczba fiksacji dla zadań.

Na utworzonych wykresach wyraźnie widać występującą między nimi korelację. Zależność tą najwyraźniej widać w przypadku badania numer 5. Spowodowane jest to faktem, iż większy czas potrzebny na odnalezienie elementu interfejsu to także większa liczba punktów, w których skupia się wzrok.

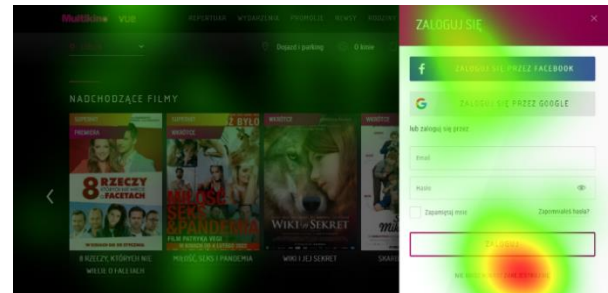


Rysunek 5: Mapa ciepła dla utworzonej aplikacji.

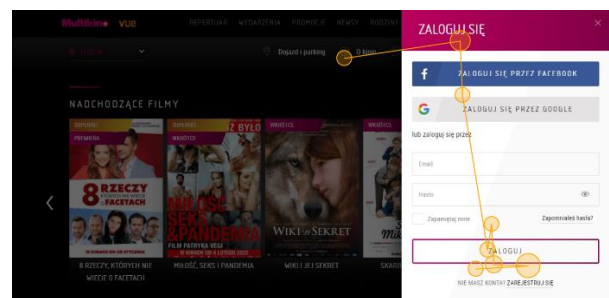
Zarówno na ścieżkach fiksacji oraz mapach ciepłych można zauważyć, iż w przypadku utworzonej aplikacji badanym osobom łatwiej było odnaleźć szukany element interfejsu. Na mapach ciepłych świadczy o tym różnica w rozproszeniu obszarów oznaczonych kolorem zielonym, natomiast na ścieżkach fiksacji różnica w ilości punktów skupienia wzroku (fiksacji).



Rysunek 6: Ścieżka fiksacji dla utworzonej aplikacji.



Rysunek 7: Mapa ciepła dla aplikacji Multikino.



Rysunek 8: Ścieżka fiksacji dla aplikacji Multikino.

5.3. Badania ankietowe

Po przeprowadzeniu badań ankietowych zebrano odpowiedzi badanych osób i obliczono jak średnio oceniali każdą z badanych stron. W Tabeli 6 przedstawiono oceny badanych oraz średnią ogólną ocenę dla każdej strony.

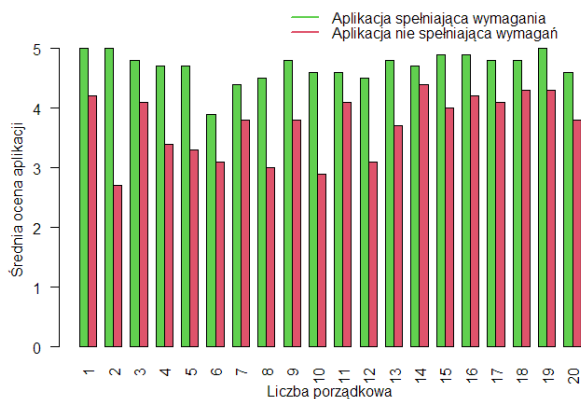
Tabela 6: Średnie oceny aplikacji z badań ankietowych

Liczba porządkowa	Aplikacja spełniająca wymagania	Aplikacja nie spełniająca wymagań
1	5,0	4,2
2	5,0	2,7
3	4,8	4,1
4	4,7	3,4
5	4,7	3,3
6	3,9	3,1
7	4,4	3,8
8	4,5	3,0
9	4,8	3,8
10	4,6	2,9
11	4,6	4,1
12	4,5	3,1
13	4,8	3,7
14	4,7	4,4
15	4,9	4,0
16	4,9	4,2

17	4,8	4,1
18	4,8	4,3
19	5,0	4,3
20	4,6	3,8
Średnia	4,7	3,7

Na podstawie otrzymanych wyników można stwierdzić, że badane osoby oceniali utworzoną aplikację o 1 punkt wyżej w 5-stopniowej skali, w porównaniu do serwisu Multikino. Oznacza to, że w ich subiektywnej ocenie utworzona aplikacja lepiej spełniała wymagania projektowania uniwersalnego.

Na Rysunku 9 przedstawiono również wykres przedstawiający jak badani oceniali badane aplikacje.



Rysunek 9: Średnie oceny aplikacji z badań ankietowych.

6. Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań wykazano, że postawiona w pracy teza jest prawdziwa. Oznacza to, że zastosowanie zasad projektowania uniwersalnego zwiększa dostępność stron internetowych.

Za pomocą wytycznych WCAG 2.0 sprawdzono poziom dostępności badanych stron. Badania te wykazały, że aplikacja utworzona na potrzeby badań lepiej spełnia wytyczne, a tym samym jest bardziej dostępna. Badania okulograficzne wykazały, że w przypadku utworzonej aplikacji badane osoby znacznie szybciej odnajdowały dane elementy interfejsu w porównaniu z aplikacją Multikino. Ankieta oceny użytkowników również wykazała, iż w subiektywnej ocenie badanych, aplikacja Multikino zawierała znacznie więcej błędów, które miały wpływ na ogólne doświadczenia użytkowników podczas korzystania z aplikacji.

Dostępność aplikacji jest bardzo ważnym aspektem, który należy wziąć pod uwagę podczas jej tworzenia. Zastosowanie zasad projektowania uniwersalnego pozwala nie tylko na to, aby jak najszersze grono użytkowników mogło korzystać z aplikacji, ale również w przypadku serwisów internetowych kin niesie za sobą korzyści finansowe.

Literatura

- [1] WCAG Overview, <https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/wcag/>, [5.10.2022].
- [2] Web Content Accessibility guidelines, <https://www.w3.org/TR/WCAG20/>, [5.10.2022].
- [3] M. Tichindelean, M. T. Tichindelean, I. Cetina, G. Orzan, A comparative eye tracking study of usability – Towards sustainable web design, Sustainability 13(18) (2021) 10415, <https://doi.org/10.3390/su131810415>.
- [4] P. A. Punde, M. E. Jadhav, R. R. Manza, A study of eye tracking technology and its applications, International Conference on Intelligent Systems and Information Management 1 (2017) 86-90, <https://www.doi.org/10.1109/ICISIM.2017.8122153>.
- [5] A. Ismail, K. S. Kuppasamy, S. Paiva, Accessibility analysis of higher education institution websites of Portugal, Universal Access in the Information 19 (2020) 685-700, <https://doi.org/10.1007/s10209-019-00653-2>.
- [6] A. Ismail, K. S. Kuppasamy, Accessibility of Indian universities' homepages: An exploratory study, Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences 30 (2018) 268-278, <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2016.06.006>.
- [7] P. Acosta-Vargas, T. Acosta, S. Julian-Mora, Challenges to Assess Accessibility in Higher Education Websites: A Comparative Study of Latin America Universities, Institute of Electrical and Electronics Engineers 6 (2018) 36500-36508, <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2848978>.
- [8] P. Ziemia, J. Wątróbski, A. Karczmarczyk, J. Jankowski, W. Wolski, Integrated Approach to e-Commerce Websites Evaluation with the Use of Surveys and Eye Tracking Based Experiments, Federated Conference on Computer Science and Information Systems 11 (2017) 1019-1030, <http://dx.doi.org/10.15439/2017F320>.
- [9] N. Fernandes, D. Costa, C. Duarte, L. Carrico, Evaluating the Accessibility of Web Applications, Procedia Computer Science 14 (2012) 28-35, <https://doi.org/10.1016/j.procs.2012.10.004>.
- [10] S. Eraslan, Y. Yesilada, Patterns in eyetracking scanpaths and the affecting factors, Journal of Web Engineering 14 (2015) 363-385, <https://journals.riverpublishers.com/index.php/JWE/article/view/3841>, [5.10.2022].
- [11] Multikino, <https://multikino.pl/>, [5.10.2022].
- [12] Okulograf Gazepoint GP3 HD, <https://www.gazepoint.com/product/gp3hd/>, [5.10.2022].
- [13] Oprogramowanie iMotions, <https://imotions.com/>, [5.10.2022].
- [14] Narzędzie WAVE, <https://wave.webaim.org/>, [5.10.2022].
- [15] M. Miłosz, Ergonomia systemów informatycznych, Lublin, 2014, http://bc.pollub.pl/dlibra/docmetadata?id=8718&from=&dirids=1&ver_id=&lp=1&OI=#description, [5.10.2022].