|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | | |
|  | |  | **Wydział Informatyki i Zarządzania**  kierunek studiów: Informatyka  specjalność: Internet i technologie mobilne  Praca dyplomowa - magisterska  **Oprogramowanie wspomagające zdalne badanie użyteczności natywnych aplikacji mobilnych**  Michał Gruca  słowa kluczowe:  oprogramowanie wspomagające  zdalne badanie użyteczności  natywna aplikacja mobilna  krótkie streszczenie:  1 linia  2 linia  3 linia  4 linia  5 linia  6 linia   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | opiekun pracy  dyplomowej | .................................................. | ....................... | ....................... | | *Tytuł/stopień naukowy/imię i nazwisko* | *ocena* | *podpis* |   *Do celów archiwalnych pracę dyplomową zakwalifikowano do:\**   1. *kategorii A (akta wieczyste)* 2. *kategorii BE 50 (po 50 latach podlegające ekspertyzie)*   *\* niepotrzebne skreślić*   |  | | --- | | pieczątka wydziałowa | |
|  |  |  | Wrocław 2017 |

Spis treści

[Streszczenie 6](#_Toc474459929)

[Abstract 6](#_Toc474459930)

[Wprowadzenie 7](#_Toc474459931)

[1 Metody projektowania natywnych aplikacji mobilnych. 9](#_Toc474459932)

[1.1 Systemy mobilne 9](#_Toc474459933)

[1.2 Problemy projektowania aplikacji mobilnych z interfejsem dotykowym. 10](#_Toc474459934)

[1.2.1 Mały rozmiar ekranu 10](#_Toc474459935)

[1.2.2 Zróżnicowana wielkość ekranu 10](#_Toc474459936)

[1.2.3 Interfejsy dotykowe 10](#_Toc474459937)

[1.2.4 Wprowadzanie tekstu 10](#_Toc474459938)

[1.2.5 Otoczenie 11](#_Toc474459939)

[1.2.6 Ograniczona uwaga 11](#_Toc474459940)

[1.2.7 Dostęp do sieci 11](#_Toc474459941)

[1.2.8 Mniejsza moc obliczeniowa i pamięć 11](#_Toc474459942)

[1.3 Kryteria ergonomiczności 11](#_Toc474459943)

[1.4 Zasady i wytyczne projektowania aplikacji mobilnych 13](#_Toc474459944)

[1.4.1 Ogólne wytyczne 13](#_Toc474459945)

[1.4.2 Wytyczne dla treści 13](#_Toc474459946)

[1.4.3 Wytyczne dla nawigacji 13](#_Toc474459947)

[1.4.4 Wytyczne dla interfejsu 14](#_Toc474459948)

[1.5 Natywne podejście do projektowania aplikacji 14](#_Toc474459949)

[2 Modele i metody badania użyteczności 15](#_Toc474459950)

[2.1 Istniejące modele badania użyteczności aplikacji mobilnych. 15](#_Toc474459951)

[2.1.1 ISO 15](#_Toc474459952)

[2.1.2 Nielsena 16](#_Toc474459953)

[2.1.3 PACMAD 16](#_Toc474459954)

[2.2 Metody badania użyteczności aplikacji mobilnych. 20](#_Toc474459955)

[2.2.1 Badania z użytkownikami 20](#_Toc474459956)

[2.2.2 Badania z ekspertami 20](#_Toc474459957)

[2.3 Zdalne badanie użyteczności. 20](#_Toc474459958)

[2.3.1 Moderowane 20](#_Toc474459959)

[2.3.2 Niemoderowane 20](#_Toc474459960)

[3 Narzędzia wspomagające zdalne testowanie użyteczności 20](#_Toc474459961)

[3.1 Nagrywanie filmów 21](#_Toc474459962)

[3.1.1 Lookback 21](#_Toc474459963)

[3.1.2 Rec 22](#_Toc474459964)

[3.2 Ankietyzacja 22](#_Toc474459965)

[3.2.1 SurveyMonkey 22](#_Toc474459966)

[3.2.2 eSurvey Creator 23](#_Toc474459967)

[3.3 Stopery i liczniki 24](#_Toc474459968)

[3.4 Obliczenia i przedstawianie wyników 24](#_Toc474459969)

[3.4.1 Arkusz kalkulacyjny 24](#_Toc474459970)

[3.5 Kompleksowe narzędzia do przeprowadzania zdalnych badań użyteczności 24](#_Toc474459971)

[3.5.1 UserTesting 24](#_Toc474459972)

[4 Autorskie narzędzie wspomagające zdalne badanie użyteczności natywnych aplikacji mobilnych. 24](#_Toc474459973)

[4.1 Idea i założona funkcjonalność produktu 25](#_Toc474459974)

[4.2 Wykorzystane technologie i frameworki 25](#_Toc474459975)

[4.2.1 AngularJS 26](#_Toc474459976)

[4.2.2 MeteorJS 27](#_Toc474459977)

[4.2.3 NodeJS 27](#_Toc474459978)

[4.2.4 MongoDB 27](#_Toc474459979)

[4.3 Prezentacja i opis aplikacji 28](#_Toc474459980)

[4.3.1 Funkcjonalność wspomagająca badaczy w znajdywaniu respondentów. 30](#_Toc474459981)

[4.3.2 Funkcjonalności wspomagające badaczy w zbieraniu miar z badania. 31](#_Toc474459982)

[4.3.3 Funkcjonalności wspomagające badacza w zbieraniu i analizie danych. 35](#_Toc474459983)

[4.3.4 Funkcjonalności ulepszające metodologię prowadzenia badań. 36](#_Toc474459984)

[5 Aplikacja wybrana do przeprowadzenia badania 36](#_Toc474459985)

[5.1 Uzasadnienie wyboru 36](#_Toc474459986)

[5.2 Opis funkcjonalności 37](#_Toc474459987)

[6 Badanie użyteczności za pomocą narzędzia 38](#_Toc474459988)

[6.1 Plan badań użyteczności 38](#_Toc474459989)

[6.1.1 Cel badań 38](#_Toc474459990)

[6.1.2 Charakterystyki 38](#_Toc474459991)

[6.1.3 Miary 39](#_Toc474459992)

[6.1.4 Uczestnicy 41](#_Toc474459993)

[6.1.5 Środowisko 42](#_Toc474459994)

[6.1.6 Scenariusz badań 42](#_Toc474459995)

[6.1.7 Instrukcje i zadania do wykonania 43](#_Toc474459996)

[6.2 Wyniki i analiza statystyczna 45](#_Toc474459997)

[6.2.1 Efektywność 45](#_Toc474459998)

[6.2.2 Wydajność i błędy 46](#_Toc474459999)

[6.2.3 Nauczalność 54](#_Toc474460000)

[6.2.4 Obciążenie poznawcze 57](#_Toc474460001)

[6.2.5 Satysfakcja 60](#_Toc474460002)

[6.2.6 Analiza obserwacyjna 61](#_Toc474460003)

[6.3 Wnioski wyciągnięte z badań oraz ocena przydatności narzędzia 62](#_Toc474460004)

[Bibliografia 63](#_Toc474460005)

[Załącznik 1 – Ankieta satysfakcji w języku polskim 64](#_Toc474460006)

[Załącznik 2 – Ankieta satysfakcji po angielsku 64](#_Toc474460007)

[Załącznik 3 - Zadania do wykonania w języku angielskim. 65](#_Toc474460008)

# Streszczenie

W niniejszej pracy został przeprowadzony przegląd metod projektowania natywnych aplikacji mobilnych, oraz modeli i metod badania ich użyteczności. Wyszczególniono oprogramowanie wspomagające badanie natywnych aplikacji mobilnych oraz ich funkcjonalność.

W celu ułatwienia prowadzenia badań użyteczności niemal w każdym ich kroku zaimplementowano autorski system webowy wspomagający badanie natywnych aplikacji mobilnych.

Wybrano i przedstawiono wybraną do testów użyteczności aplikację, a następnie przeprowadzono badanie użyteczności tej aplikacji pod kątem efektywności, wydajności, błędów, satysfakcji oraz nauczalności i obciążenia poznawczego.

Uzyskane wyniki pozwoliły na wysunięcie wniosków i rekomendacji dla twórców tej aplikacji, oraz pozwoliły na ocenę narzędzia i jego przydatności w wykonywaniu badań tego typu.

# Abstract

The main aim of this thesis was to review native application design methods, alongside models and methods of analyzing their utility. Software supporting the analysis of these applications and their utility was specified.

In order to ease the analysis of utility, almost every step of it had an author web system supporting native applications analysis implemented.

An application for testing was chosen and introduced, and after that an utility analysis focusing on effectiveness, efficiency, bugs, satisfaction, learnability and cognitive load was conducted.

Gained results allowed the author to draw conclusions and specify recommendations for developers of this application and allowed to rate this tool alongside with its usefulness for conducting such analyses.

# Wprowadzenie

Projektowanie aplikacji mobilnych niesie za sobą więcej problemów, niż tworzenie programów dla systemów komputerowych. Podobnie jest z badaniem użyteczności tych aplikacji. Mobilność użytkowników i sposób, w jaki używają aplikacji zainstalowanych na ich smartfonach tworzy nowe zagadnienia, z którymi muszą zmierzyć się badacze.

Także technologie dostępne do zdalnego badania użyteczności natywnych aplikacji są znacznie bardziej ubogie. Brakuje kompleksowych systemów pozwalających pozyskać chętnych do przeprowadzenia badań, a także podstawowych narzędzi ułatwiających pracę badacza poprzez zbieranie danych cząstkowych odnośnie wykonywanych czynności.

Główną motywacją pracy jest zautomatyzowanie nurzących czynności badacza, takich jak przekonywanie ludzi do udziału w badaniu, zbierania materiałów wideo, mierzenie czasów oraz liczby interakcji użytkownika na podstawie filmu, a także przygotowanie i przedstawienie wyników. Innym pozytywnym aspektem automatyzacji jest próba wyeliminowania czynnika ludzkiego mogącego generować błędy podczas przygotowywania danych do obliczeń statystycznych.

W pierwszym rozdziale przedstawiono wstęp do systemów mobilnych, wyszczególniono problemy z projektowaniem natywnych aplikacji mobilnych z dotykowym interfejsem oraz kryteria ergonomiczności. Następnie przedstawione zostały ogólne zasady i wytyczne, którymi należy się kierować, podczas projektowania aplikacji mobilnych oraz przybliżono natywne podejście do ich tworzenia, na tle podejścia responsywnego.

Drugi rozdział przedstawia modele i metody badań użyteczności natywnych aplikacji, opisany został model ISO, Nielsena oraz PACMAD. Scharakteryzowane zostały czynniki i atrybuty wybranego modelu użytego do przeprowadzonych badań. Następnie opisane zostały metody badań użyteczności, oraz zagadnienia dotyczące badania zdalnego – zagadnienia moderowanego i niemoderowanego przebiegu badań,

Rozdział trzeci jest przeglądem oprogramowania przydatnego do przeprowadzania badań tego typu. Przedstawia przykłady oprogramowania służącego do nagrywania filmów przedstawiających widok ekranu smartfona, narzędzi wspomagających ankietyzację, zbieranie, zliczanie oraz przedstawianie danych. Opisane zostały również kompleksowe narzędzia do wykonywania zdalnych badań użyteczności natywnych aplikacji mobilnych.

W rozdziale czwartym przedstawione zostało autorskie narzędzie, idea jaka przyświecała jego powstaniu, wykorzystane technologie, prezentacja i opis najważniejszych funkcjonalności produktu.

Rozdział piąty przedstawia krótki opis i charakterystykę wybranej aplikacji benchmarkowej, służącej jako przykład do wykonania badań. Dobór aplikacji uargumentowany jest tym, że jest to aplikacja używana na co dzień przez wybraną do badań grupę badawczą.

W rozdziale szóstym przedstawiony został plan badania użyteczności, skupiający cel badań, charakterystyki użyte do badania, zbierane miary, przybliżony został profil uczestników oraz środowiska, w jakich wykonywać mieli zadania. Następnie przedstawiony został scenariusz badań i instrukcje do poszczególnych zadań. Po przeprowadzeniu badań przedstawiono podrozdział dotyczący wyników i analizy statystycznej, który zawiera wygenerowane przez system wykresy dotyczące badania poszczególnych charakterystyk. Wymieniono problemy, które udało się zaobserwować podczas wykonywania badania. Na koniec zaprezentowano wnioski wyciągnięte z badania i oceniono przydatność narzędzia.

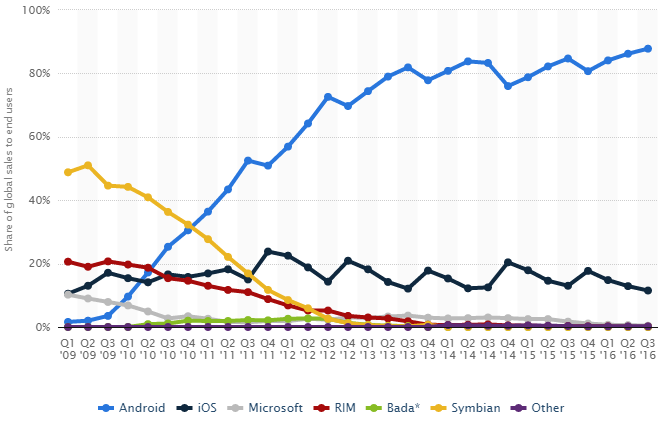
Dzięki przeprowadzeniu zdalnych badań na rzeczywistych użytkownikach za pomocą narzędzia udało się w pełni wykorzystać jego funkcjonalność, jednak wyniki badania mogą nie być zadowalające z powodu czynnika ludzkiego, który przy zdalnych badaniach zdaje się mieć bardzo duże znaczenie.

# Metody projektowania natywnych aplikacji mobilnych.

Rozdział przedstawia krótki wstęp przybliżający temat natywnych systemów mobilnych. Następnie omówione zostały problemy, jakie napotkać można podczas projektowania aplikacji mobilnych oraz kryteria ergonomii jakie towarzyszą temu zagadnieniu. Przedstawione zostały wytyczne, jakimi należy się kierować podczas tworzenia aplikacji oraz natywne podejście do problemu.

## Systemy mobilne

Natywne aplikacje mobilne to oprogramowanie, które mogą zostać pobrane z Internetu np. specjalnego sklepu z aplikacjami lub przesłane z innego smartfona. Aplikacje muszą być napisane w odpowiedniej technologii aby mogły zostać uruchomione na danym urządzeniu. Istnieje kilka systemów operacyjnych przeznaczonych dla urządzeń mobilnych, obecnie największy udział w rynku mają Android stworzony przez firmę Google i iOS firmy Apple, co przedstawia Rys. 1.1.



Rys. . Globalny udział w rynku mobilnych systemów operacyjnych. (źródło[1])

Po instalacji oprogramowania i zatwierdzeniu pozwolenia dostępu aplikacji do zasobów i interfejsów urządzenia, użytkownik może korzystać z aplikacji. Niektóre z nich wymagają do działania połączenia z Internetem, co umożliwia sieć Wi-Fi lub sieć komórkowa.

## Problemy projektowania aplikacji mobilnych z interfejsem dotykowym.

Aplikacje mobilne są wytwarzane na innej platformie, niż obsługiwane urządzenie. Powoduje to dodatkowe problemy i wyzwania dla programistów związane z dostosowaniem aplikacji do innych potrzeb. Projektanci muszą pokonać wyzwania pojawiające się podczas projektowania aplikacji na systemy przenośne. Należy zwrócić uwagę między innymi na to, że moc obliczeniowa i pamięć potrzebna do działania aplikacji powinna zostać jak najbardziej zminimalizowana. Z uwagi na różne wielkości i proporcje ekranów urządzeń mobilnych elementy interfejsu graficznego muszą się dopasowywać tak, aby na każdym urządzeniu wyglądały dobrze i spełniały swoją rolę [2].

### Mały rozmiar ekranu

Z uwagi na niewielką przekątną ekranu, w porównaniu do np. komputerów stacjonarnych lub laptopów, urządzenia mobilne udostępniają niewielką przestrzeń na wyświetlanie informacji oraz interfejsu. Tablety i fablety (*ang. phablet*) to też urządzenia kompatybilne z tymi aplikacjami, jednak wciąż przy projektowaniu aplikacji nie można używać pasków bocznych, długich menu, dużych grafik bez ważnej funkcji użytkowej. Należy zminimalizować ilość wyświetlonych elementów tak, aby prezentować tylko najważniejszą funkcjonalność z punktu odniesienia użytkownika mobilnego [2].

### Zróżnicowana wielkość ekranu

Pewną trudność może przysporzyć projektantom opracowanie interfejsu, który będzie wyświetlony prawidłowo zarówno na urządzeniach o szerokości 220 pikseli, jak i 720 pikseli. Wysokość ekranu nie powinna sprawiać problemu, powinno więc to zostać inteligentnie wykorzystane do rozłożenia elementów. Częstym zabiegiem sprzyjającym dobremu odzwierciedleniu układu aplikacji jest przygotowanie różnych wersji elementów interfejsu, różniącymi się grafikami i elementami nawigacyjnymi [2].

### Interfejsy dotykowe

Ekrany dotykowe wyparły urządzenia z fizyczną klawiaturą numeryczną. Urządzenia dotykowe są wyposażone w klawiatury ekranowe, więc aplikacja może być wyświetlana na całej wielkości ekranu, a w zależności od potrzeby być przysłaniana klawiaturą. Z uwagi na to, że nie jest łatwo celnie nacisnąć palcem (szczególnie kciukiem) mały element, linki i przyciski powinny być odpowiednio duże, by nie sprawiały problemu z ich obsługą. Wysokość i szerokość elementów interaktywnych powinny być nie mniejsza niż 1cm, powinna być także zachowana odpowiednia odległość między nimi, uniemożliwiająca użytkownikowi pomyłkę podczas wybierania elementu. Te ograniczenia powodują zmniejszenie przestrzeni dla innych elementów [2].

### Wprowadzanie tekstu

Ze względu na niewielki rozmiar klawiatury ekranowej, uzupełnianie formularzy nie należy do łatwych czynności. Interfejs powinien być zaplanowany tak, aby jak najbardziej zminimalizować liczbę elementów w których trzeba ręcznie wpisywać tekst. Pola powinny mieć zaimplementowaną funkcjonalność automatycznego uzupełnienia lub także jeśli jest to dobrze przemyślane – wartości domyślnych. Bardziej przyjaznym dla użytkownika elementem będzie lista rozwijana z propozycjami po wpisaniu pierwszych znaków, niż samo pole tekstowe [2].

### Otoczenie

W przeciwieństwie do urządzeń stacjonarnych ludzie korzystają z urządzeń mobilnych w różnych warunkach, przy dużym nasłonecznieniu, w całkowitej ciemności, podczas poruszania się. Wymusza to na twórcach zaplanowanie kolorystyki i kontrastu interfejsu tak, by był on czytelny niezależnie od oświetlenia. Podczas używania aplikacji w ruchu także wielkość elementów nawigacyjnych oraz tekstu ma znaczenie dla jej użyteczności i jest to ważny aspekt. Warto też umożliwić użytkownikowi łatwą korektę błędów. Kolejnymi elementami ważnymi do przemyślenia w tym kontekście są różnice w głośności otoczenia, dźwięki nie powinny być irytująco głośne, ale z drugiej strony też muszą być słyszalne także w trudnych warunkach [2].

### Ograniczona uwaga

Użytkownicy zazwyczaj nie spędzają dużo czasu podczas używania aplikacji mobilnych, zależy im na tym, by jak najszybciej sprawdzić coś, lub załatwić jakąś sprawę. Często robią to podczas wykonywania innych czynności, więc nie mogą w całości skupić uwagi na wykonywanych czynnościach. Projekt interfejsu powinien mieć to na uwadze, by pozwolić użytkownikowi dzielić uwagę z innymi czynnościami. Poruszanie się po aplikacji powinno być łatwe i szybkie, a w razie potrzeby możliwe do wznowienia [2].

### Dostęp do sieci

Wiele aplikacji działa tylko podczas połączenia z siecią internetową. Warto mieć na uwadze możliwe problemy z zasięgiem. Pomimo coraz bardziej powszechnego dostępu do Wi-Fi oraz szybkich sieci 4G problem gubienia zasięgu wciąż występuje. Aplikacja powinna przechowywać lub buforować dane w odpowiedni sposób tak, aby użytkownik nie odczuł znacząco spadków jakości połączenia z siecią podczas korzystania z aplikacji.

### Mniejsza moc obliczeniowa i pamięć

Urządzenia mobilne powoli doganiają wydajnością komputery. Jednak wciąż produkowanych jest wiele urządzeń niskobudżetowych, których specyfikacja nie pozwala na zbytnie obciążenie. Chcąc aby aplikacja działała na wszystkich urządzeniach programiści powinni mieć to na uwadze i starać się przekazać jak najwięcej trudnych zadań do wykonania stronie serwerowej. Zabieg umożliwia np. granie w wymagające gry w chmurze na urządzeniach, które natywnie nie są dostosowane do minimalnych wymagań i obsługi technologii.

## Kryteria ergonomiczności

Z uwagi na to, że korzystanie z urządzeń mobilnych stało się ważną częścią życia codziennego, kryterium ergonomiczności aplikacji pojawia się w wielu opracowaniach. Określają one wymagania uwzględniające ludzkie możliwości oraz ograniczenia przez zestawienie właściwości decydujących o systemie.

Jakość użytkowa to [3]:

* Jakość techniczna – kodu, elementów elektronicznych i mechanicznych
* Jakość ergonomiczna – spełnienie wymagań ergonomicznych w odniesieniu do interfejsu użytkownika
* Jakość dopasowania – wynika ze zgodności profilu użytkownika docelowego z rzeczywistym.

Interfejs użytkownika jest elementem, który pośredniczy w interakcji użytkownika z systemem. Musi być tak zaprojektowany, aby spełniał wymagania zróżnicowanych grup użytkowników. Oznacza to umożliwienie wykonania przez nich określonych zadań, przy określonym kontekście w taki sposób, aby było to dla nich zrozumiałe i wygodne [4].

Źródła dotyczące ergonomicznych aspektów projektowania interakcji typu człowiek – system komputerowy, formułujące zasady użyteczności (np. norma ISO 9241-110:2006) pozwalają na sformułowanie ogólnych zasad odnoszących się do kryteriów ergonomiczności systemów mobilnych z dotykowymi interfejsami [3]:

* Zdolność informowania użytkownika – użytkownik jest poinformowany o tym, co się dzieje w czasie użytkowania systemu.
* Zdolność reagowania na błędy – system umożliwia dokonania korekty użytkownikowi, lub zapobiega błędom.
* Spójność – udostępnia łatwą w użyciu i wyczerpującą pomoc, która ułatwia użytkownikowi korzystanie z systemu.
* Zdolność do minimalizacji obciążenia psychicznego – zmniejszenie zagubienia użytkownika spowodowanego dużą ilością akcji systemu i informacji:
  + Poprzez wykorzystanie cech mobilności, takich jak dopasowanie treści geolokalizacji użytkownika.
  + Spełnienie preferencji i wzorców użytkownika, w taki sposób jak zapamiętywanie najczęściej wykonywanych interakcji i działań.
  + Usprawnienie wykonywania zadań.
* Oczywistość sterowania przez użytkownika - zapewnienie intuicyjnego związku z oczekiwaniami użytkownika i mechanizmu wykonawczego.
* Łatwość nawigacji – zapewnienie intuicyjnego i prostego mechanizmu przemieszczania się po strukturze systemu.
* Dostępność – zapewnienie szerokiego dostępu odbiorców poprzez np. internacjonalizację i wielokanałowość.
* Jasność – przedstawienie precyzyjnych informacji w sposób szybki i dokładny, bez wprowadzania informacji zbędnych.
* Różnorodność – zapewnienie dokładnego rozróżnienia działania różnych elementów systemu.
* Zwięzłość – dopasowanie tylko niezbędnych informacji przedstawionych użytkownikowi.
* Wykrywalność – skierowywanie uwagi użytkownika na elementy, które są potrzebne w danym momencie.
* Czytelność – przejrzystość interfejsu gwarantująca łatwość odczytywania informacji poprzez zastosowanie m.in. dużych i wyraźnych czcionek.
* Zrozumiałość – używanie terminów w treści aplikacji zrozumiałych dla użytkownika.

## Zasady i wytyczne projektowania aplikacji mobilnych

Podsumowując wyżej wymienione kryteria oraz inspirując się literaturą, stworzono zestawienie precyzyjnych zasad i wytycznych projektowania aplikacji mobilnych [5].

### Ogólne wytyczne

Ogólne wytyczne odnośnie projektowania aplikacji mobilnych to:

* Projekt ma mieć na uwadze użytkowników, którzy są w ruchu.
* Ma umożliwić szybkie użycie.
* Zachować prostotę.
* Zapewnić sprzężenie zwrotne i podpowiedzi nawigacyjne.
* Umożliwić samo odzyskanie – podczas utracenia połączenia z Internetem, system nie powinien się wysypywać.

### Wytyczne dla treści

Treści w aplikacjach mobilnych powinny być dopasowane w następujący sposób:

* Najważniejsze treści powinny być prezentowane w sposób priorytetowy.
* Treść powinna być zwięzła, o jak najmniejszej objętości.
* Układ strony maksymalnie uproszczony.
* Proste elementy i czytelne style tekstu.
* Krótkie i zrozumiałe tytuły.
* Małe dokumenty.
* Krótkie nazwy łączy
* Proste i intuicyjne formularze
* Inteligentna grafika – prosta i wartościowa

### Wytyczne dla nawigacji

Projektowanie nawigacji powinno być realizowane poprzez:

* Zminimalizowanie kroków nawigacji – unikanie zagnieżdżenia się użytkownika w strukturze programu
* Wybieranie spośród opcji zamiast wprowadzania tesktu
* Utrzymanie spójności nawigacji w całym serwisie
* Projekt płaskiego menu
* Możliwość powrotu do punktu wyjścia – użycie połączeń krzyżowych.
* Potwierdzenia ważnych czynności, szczególnie nieodwracalnych jak usunięcie elementu.
* Zapewnienie skutecznego wyszukiwania informacji

### Wytyczne dla interfejsu

Poniżej przedstawione są ogólne wytyczne dla interfejsu [6]:

* Umożliwienie częstym użytkownikom używania skrótów.
* Dostarczenie informacyjnego sprzężenia zwrotnego.
* Projektowanie dialogów zamkniętych.
* Wsparcie wewnętrznego miejsca sterowania.
* Dążenie do spójności.
* Łatwość odwracania działań.
* Umożliwienie prostej obsługi w razie wystąpienia błędu.
* Redukowanie obciążenia pamięci krótkotrwałej.
* Projektowanie z uwzględnieniem dynamicznych kontekstów.
* Projektowanie na potrzeby małych urządzeń.
* Projektowanie z uwzględnieniem ograniczonej i podzielonej uwagi.
* Projektowanie z uwzględnieniem prędkości oraz możliwości odzyskania wcześniej zdeponowanych w systemie danych.
* Projektowanie z uwzględnieniem potrzeby interakcji „góra-dół”.
* Umożliwienie personalizacji.
* Projektowanie w celu zapewnienia przyjemności.

Aby uzyskać odpowiednią użyteczność aplikacji najeży przestrzegać powyższych zasad, zagwarantuje to wysoką efektywność wykonywania operacji podczas używania poszczególnych funkcjonalności produktu, a także wysoki poziom zadowolenia użytkowników, którzy będą chętniej wracali do aplikacji.

## Natywne podejście do projektowania aplikacji

W niniejszej pracy dyplomowej uwaga została skupiona na aplikacjach natywnych, czyli dedykowanych pod daną platformę. Aplikacje te należy pobrać i zainstalować, w przeciwieństwie do responsywnych, które są dostępne w Internecie w postaci strony internetowej. Wymusza to też potrzebę okresowych aktualizacji aplikacji na urządzeniu. Interfejs różni się w zależności od platformy, ponieważ jest dostosowany do konwencji, jaka na danym systemie panuje. Aplikacje te są łatwiejsze w obsłudze w porównaniu do stron internetowych. Każda z platform udostępnia bibliotekę elementów interfejsu, które umożliwiają korzystanie z funkcjonalności aplikacji nawet na małych wyświetlaczach. Mobilne strony nie są tak bardzo wygodne jak dedykowane aplikacje, ponieważ są zoptymalizowane w ograniczony sposób. Aplikacje natywne zawierają zazwyczaj prostszy interfejs i skupiają się do opanowania tylko kilku funkcji, w porównaniu do witryny internetowej. Minimalizuje to też ryzyko popełnienia błędu. Kolejną zaletą przemawiającą za aplikacjami natywnymi jest możliwość używania ich w trybie offline – nie potrzeba połączenia z siecią aby korzystać z jej funkcjonalności. Duża liczba aplikacji łączy się z Internetem po to, aby aktualizować treści, lub umożliwić zapisanie interesujących użytkownika danych do wglądu w razie braku połączenia. Podejście responsywne nie pozwala na korzystanie z aplikacji bez sieci. Różnica wskazuje także na większe zużycie pakietu danych internetowych, ponieważ aplikacja natywna pobiera tylko potrzebne jej dane, podczas gdy responsywna musi wczytać całą treść strony. Aplikacje natywne mają ułatwiony dostęp do zasobów urządzenia – mogą korzystać z aparatu fotograficznego lub czujników. Także czas reakcji jest znacznie mniejszy, przeglądarka internetowa która renderuje aplikację responsywną sama jest rozbudowaną aplikacją [7].

# Modele i metody badania użyteczności

Użyteczność jest zakresem w którym produkt może być użyty w sposób efektywny, wydajny i satysfakcjonujący w określonym kontekście użycia [8]. Aspekty użyteczności tradycyjnych systemów desktopowych są od długiego czasu studiowane i omawiane, jednak w przypadku urządzeń mobilnych takich jak smartfony i tablety pojawiają się nowe wyzwania. Korzystanie z aplikacji mobilnych staje się bardzo powszechne, będąc najpopularniejszym dostępem do informacji oraz komunikacji z innymi użytkownikami [9].

Badania przeprowadzone przez Jacoba Nielsena pokazują że „[…] aż 79% właścicieli smartfonów oraz tabletów korzysta z urządzeń mobilnych podczas dokonywania tradycyjnych zakupów. W badaniu 73% ankietowanych przyznało, że wykorzystuje smartfony w celu określenia lokalizacji sklepu korzystając z GPS lub innych aplikacji, aż 62% użytkowników porównuje ceny produktów, 57% poszukuje szczegółowych informacji o produktach przed ich zakupem, a 36% korzysta z aplikacji mobilnych oraz stron internetowych w poszukiwaniu kuponów zniżkowych, 42% właścicieli smartfonów używa aplikacji z elektroniczną listą zakupów, a 23% wykorzystuje urządzenie mobilne do komentowania zakupu na portalach społecznościowych. […]” [10]. Z uwagi na szeroko i szybko rozwijającą się adaptacją systemów mobilnych niezbędne jest przewidywanie i dostosowywanie rozwiązań mobilnych do wymagań i potrzeb użytkowników tych platform [10].

Interesującym i ważnym obszarem badań staje się specyfikacja technik ewaluacji użyteczności, które odnoszą się do urządzeń mobilnych. Dotyka ona prostoty użycia funkcji aplikacji i stopień ułatwienia użytkownikowi wykonania zadań w wydajny sposób. Użyteczność mobilnych aplikacji dotyczy kilku rożnych typów urządzeń, zadań, kontekstów i użytkowników [10].

## Istniejące modele badania użyteczności aplikacji mobilnych.

Podrozdział przedstawia popularnie używane modele badania użyteczności w kontekście aplikacji mobilnych.

### ISO

Międzynarodowa Organizacja Standaryzacji (ang International Organization for Standarization) określa użyteczność, jako „Stopień, w jakim produkt może być użyty przez konkretnych użytkowników do osiągnięcia konkretnych celów z efektywnością, wydajnością I satysfakcją w konkretnym kontekście użycia” [8].

Definicja identyfikuje następujące czynniki, które powinny być brane pod uwagę podczas oceny użyteczności :

* Użytkownik – osoba, która wchodzi w interakcję z aplikacją
* Cel – zamierzony wynik interakcji
* Kontekst użycia – wszystkie fizyczne i społeczne środowiska użytkowania produktu, a także osoby, zadania oraz sprzęt, na którym będzie użytkowany.

Każdy wyżej wymieniony czynnik wpływa na projekt produktu, a w szczególności to jak użytkownik poprowadzi interakcje z systemem.

Dla zmierzenia jak bardzo użyteczny jest system, standard ISO-9241 wyróżnił trzy mierzalne atrybuty, są to:

* Efektywność (ang. Effectiveness) – dokładność i kompletność, z jaką użytkownicy osiągnęli konkretny cel.
* Wydajność (ang. Efficiency) – zasoby wykorzystane w stosunku do uzyskanej efektywności
* Satysfakcja (ang. Satisfaction) – pozytywne wrażenia i wolność od dyskomfortu w czasie używania systemu.

Standard ISO jest więc nieco ubogi, jeśli chodzi o cechy użyteczności które definiuje, dlatego warto rozszerzyć go wykorzystując inne modele.

### Nielsena

Jacob Nielsen zidentyfikował w swojej pracy [11] pięć atrybutów użyteczności:

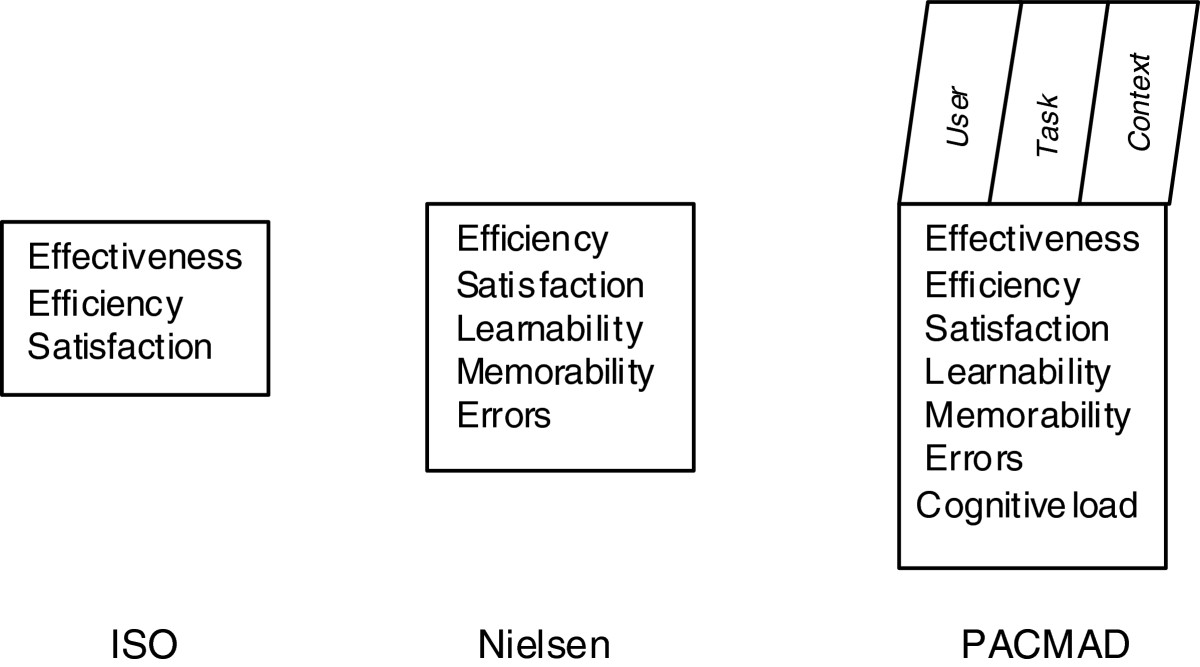
* Wydajność (ang. Efficiency) – są to zasoby wydatkowane w relacji do dokładności i kompletności, w jakich użytkownik osiągnął cele
* Satysfakcja (ang. Satisfaction) – pozytywne wrażenia i wolność od dyskomfortu w czasie używania systemu.
* Nauczalność (ang. Learnability) – system powinien być na tyle łatwy do nauki, aby użytkownik mógł od razu wykonać zamierzoną pracę z systemem.
* Zapamiętywalność (ang. Memorability) – interfejs powinien być łatwy do zapamiętania, tak, aby użytkownik, który powróci do używania systemu po pewnym czasie jego nieużywania, mógł skorzystać z niego bez potrzeby ponownego uczenia się jego funkcji.
* Błędy (ang. Errors) – system powinien być niepodatny na błędy. Użytkownik powinien popełniać jak najmniej błędów podczas użytkowania systemu, a w razie popełnienia go, aby mógł łatwo go naprawić. Poważne błędy są niedopuszczalne.

Nielsen definiuje także użytkowość, która jest zdolnością systemu do zaspokojenia potrzeb użytkownika. Nie określa jej jako części użyteczności, tylko jako odrębny atrybut systemu. Jeśli produkt nie dostarcza użytkowości to nie zagwarantuje wymaganych funkcjonalności, a to z kolei sprawia że użyteczność aplikacji nie ma sensu, skoro i tak nie pozwala użytkownikowi osiągnąć cel [12].

### PACMAD

Model użyteczności PACMAD dostosowuje istniejące modele użyteczności na potrzeby aplikacji mobilnych. Został opracowany przez zespół naukowców kierowanych przez Rachel Harrison. Model PACMAD bazuje na podstawie istniejących teorii użyteczności, ale został dopasowany w szczególności do aplikacji używanych na urządzeniach mobilnych [12].

Model zawiera wszystkie atrybuty z modelu Nielsena i ISO, ale także wprowadza swoje atrybuty np. dla obciążenia poznawczego (*ang. Cognitive load*), szczególnie ważne dla aplikacji mobilnych. Cechą charakterystyczną modelu są także zdefiniowane czynniki użyteczności [12]. Rys. 2.1 przedstawia porównanie modeli użyteczności.



Rys. . Porównanie modeli użyteczności. (Źródło[12])

#### Czynniki użyteczności w modelu PACMAD

W modelu zostały zidentyfikowane trzy czynniki [12]:

* **Użytkownik (*ang. User*)**

Ważne jest uwzględnienie kontekstu użytkownika końcowego w czasie postępowania procesu projektowego. Powinna zostać zwrócona szczególna uwaga na fizyczne ograniczenia użytkownika i jego wcześniejsze doświadczenia.  
Należy rozpatrzeć alternatywne metody wprowadzania danych, pozwalające nawet ograniczonemu fizycznie użytkownikowi na korzystanie z aplikacji.  
Wcześniejsze doświadczenia użytkownika także są istotnym czynnikiem, ponieważ mogą przysłużyć się zaprojektowaniu aplikacji w ten sposób, by zaawansowani użytkownicy mogli korzystać ze skrótów które znają, przybliżających ich do bardzo szybkiego osiągnięcia celu. Interfejs powinien być także dopasowany dla nowicjusza, udostępniając intuicyjną i łatwą nawigację, która krok po kroku poprowadzi do wykonania zadania.

* **Zadanie (*ang. Task*)**

Zadanie jest to cel, jaki użytkownik chce osiągnąć podczas używania aplikacji. Podczas dodawania nowych funkcjonalności należy rozważyć czy nie utrudniają one wykonywania podstawowych czynności. Dodatkowe funkcje mogą zaważyć na problemie ze znalezieniem tych najbardziej podstawowych. Zagnieżdżanie i dopasowanie funkcji w menu, w zależności od potrzeb jest ważnym problemem logistycznym, który dobrze rozwiązany powinien dawać natychmiastowy dostęp do głównych funkcji, ale również gwarantować łatwy sposób na znalezienie tych drugorzędnych.

* **Kontekst użycia (*ang. Context of Use*)**

Kontekst użycia jest odniesieniem do środowiska, w którym użytkownik korzysta z aplikacji. Może nawiązywać do fizycznej lokalizacji ale także interakcji użytkownika z innymi ludźmi, obiektami lub innymi czynnościami które wykonuje w tym samym czasie. Jako przykład popularnego przykładu kontekstu użycia jest chód, na którego prędkość wpływa używanie aplikacji mobilnej.

Powyższe czynniki powinny być wzięte pod uwagę podczas projektowania aplikacji, w celu zwiększenia jej użyteczności. Każdy z nich będzie miał wpływ na ostateczny projekt interfejsu.

#### Atrybuty użyteczności

Model użyteczności PACMAD definiuje aż siedem atrybutów, które mają realny wpływ na użyteczność aplikacji. Są to: Efektywność, Wydajność, Satysfakcję, Nauczalność, Zapamiętywalność, Błędy oraz Obciążenie poznawcze. Na końcową użyteczność aplikacji może mieć wpływ każdy z tych atrybutów, więc z powodzeniem mogą być użyte w celu jej zwiększenia. Oto krótka charakterystyka każdego z nich [12]:

* **Efektywność (*ang. Effectiveness*)**

Efektywność jest zdolnością użytkownika do ukończenia ustalonego zadania w specyficznym kontekście. Często efektywność jest mierzona poprzez ewaluację stopnia, w jakim użytkownik ukończył określony zestaw zadań.

* **Wydajność (*ang. Efficiency*)**

Wydajność to zdolność użytkownika do ukończenia zadania odpowiednią z szybkością i dokładnością. Atrybut odzwierciedla produktywność użytkownika w czasie korzystania z aplikacji. Wydajność może zostać zmierzona poprzez kilka sposobów. Popularnym z nich jest czas w którym użytkownik wykonał zadanie, lub liczba akcji nawigacyjnych potrzebna do wykonania danego zadania.

* **Satysfakcja (*ang. Satisfaction*)**

Satysfakcja to subiektywny poziom komfortu oraz przyjemności użytkownika podczas korzystania z oprogramowania. Odzwierciedla to jego nastawienie do aplikacji. Zazwyczaj do zmierzenia nastawienia użytkownika do aplikacji używane są kwestionariusze i inne techniki kwalifikujące.

* **Nauczalność (*ang. Learnability*)**

Nauczalność jest łatwością, z jaką użytkownik nabywa płynność w obsłudze aplikacji. Zazwyczaj określa to czas, po jakim użytkownik nauczy się korzystać biegle z aplikacji. W celu zmierzenia nauczalności, badacze często sprawdzają produktywność uczestników badania poprzez serii tych samych zadań, oraz zmierzenie czasu, w którym osiągają wyznaczany wcześniej poziom biegłości.

Model PACMAD zawiera atrybut nauczalności podobnie jak Nielsen, ze względu na wyniki ostatnich badań użytkowników aplikacji mobilnych. Wskazują one, że użytkownik spędza średnio niecałe 5 minut ucząc się używania aplikacji. Czas uczenia wpływa na wybór aplikacji, a ponieważ na rynku jest często wiele zamienników aplikacji, słaby wynik tego atrybutu może obniżyć jej pozycję.

* **Zapamiętywalność (*ang. Memorability*)**

Zapamiętywalność jest zdolnością użytkownika do przypomnienia sobie jak używać efektywnie aplikacji. Oprogramowanie nie zawsze używane jest regularnie, w wielu przypadkach używane jest tylko sporadycznie. Jednak bardzo ważnym dla użytkownika jest to, by pamiętać obsługę oprogramowania bez potrzeby ponownego uczenia się po pewnym czasie braku użytkowania. Zapamiętywalność może być zmierzona poprzez wybranie użytkowników, posiadających już biegłość w użyciu aplikacji, o wykonanie ustalonych zadań, a następnie po długim okresie nieaktywności, wykonanie tych samych zadań jeszcze raz. Porównanie obu zestawów rezultatów może określić jak bardzo aplikacja jest zapamiętywalna. W przypadku sytuacji, gdzie użytkownik rzadko używa danej aplikacji, a będzie potrzebował z niej skorzystać, po długim odstępie czasu może mieć z tym problem. Dlatego model PACMAD obejmuje zapamiętywalność, podobnie jak model zasugerowany przez Nielsena [11] w celu wyeliminowania czynnika pozwalającego na zapominanie.

* **Błędy (*ang. Errors*)**

Definicja błędów wprowadzona przez Nielsena została rozszerzona przez model PACMAD o ewaluacje błędów popełnianych przez uczestników badania podczas użycia mobilnej aplikacji. Umożliwia to wychwycenie przez projektantów aplikacji tych obszarów, które są najbardziej problematyczne i poprawienie ich. Atrybut używany jest w celu odzwierciedlenia

Ten atrybut jest używany w celu odzwierciedlenia poprawności wykonania zadania przez użytkownika. Liczba popełnionych błędów może być dobrym wskaźnikiem skomplikowania systemu. Według Nielsena [11] użytkownik powinien popełniać jak najmniej błędów podczas używania aplikacji, a w razie ich popełniania powinien móc je jak najłatwiej naprawić. Model PACMAD rozważa naturę błędów oraz częstość ich występowania. Dzięki zrozumieniu ich natury możliwe jest zmniejszenie tego problemu przyszłych wersjach aplikacji.

* **Obciążenie poznawcze (*ang. Cognitive load*)**

Priorytetowym wkładem modelu PACMAD jest wstawienie obciążenia poznawczego, jako atrybutu użyteczności. W przeciwieństwie do tradycyjnych aplikacji desktopowych, użytkownicy mobilni podczas używania aplikacji mogą wykonywać także inne zadania, takie jak chodzenie czy gotowanie. Należy wziąć pod uwagę wpływ używania aplikacji mobilnej na wykonywanie innych zadań. Na przykład podczas pisania wiadomości tekstowej podczas spacerowania, prędkość chodzenia użytkownika zostanie zredukowana, gdyż skupia on uwagę na wysyłaniu wiadomości co odwraca jego uwagę.

Obciążenie poznawcze jest odniesieniem do rozmiaru przetwarzania poznawczego potrzebnego użytkownikowi w używaniu aplikacji. Podczas wykonywania tradycyjnych badań użyteczności, użytkownik może się w pełni skupić na wykonywaniu pojedynczego zadania. W mobilnym kontekście użytkownicy będą wykonywali często dodatkowe zadania w tym czasie. Tak jak ważnym jest, by obsługa radia samochodowego nie wpływała na komfort i bezpieczeństwo prowadzenia pojazdu, tak obciążenie poznawcze powinno jak najmniejszym stopniu obciążać używającego aplikację.

## Metody badania użyteczności aplikacji mobilnych.

Istnieje wiele metod oceny użyteczności interfejsu. W zależności od celu, jaki chcemy osiągnąć jest dobór odpowiedniej techniki. W zależności od niego badania dzielimy na formatywne i sumatywne [13].

Metody formatywne dążą do ulepszenia produktu, poprzez identyfikację problemów interfejsu oraz możliwości ich rozwiązania. Charakter badań jest jakościowy, a wynik to lista problemów i rekomendacji.

Metody sumatywne są stosowane do oceny interfejsu, która może pomóc podczas wybierania pomiędzy dwoma wersjami aplikacji, lub konkurencyjnymi produktami. Metoda jest skupiona na analizie ilościowej, wykorzystuje wskaźniki i miary ilościowe, które pomagają przy wyborze najlepszego rozwiązania.

Metody badawcze można podzielić także ze względu na inne kryteria [13]:

* Udział badacza
  + moderowane - w badaniu uczestniczy osoba kontrolująca jego przebieg
  + niemoderowane - o przebiegu badania decyduje sam uczestnik
* Kontakt badacza z respondentem
  + bezpośrednie - bezpośredni kontakt badacza z użytkownikiem
  + zdalne - badacz i użytkownik znajdują się w innych miejscach
* Grupa respondentów
  + badania z ekspertami - np. metoda listy kontrolnej, metoda ścieżki poznawczej analiza heurystyczna
  + testy z użytkownikami
* Stopień formalizacji
  + badania formalne – w czasie badań duży nacisk kładzie się na zgodność z metodologią oraz na powtarzalność warunków
  + badania nieformalne – szybkie badania, zwykle na niedużej grupie respondentów, brak kontroli warunków
* Miejsce prowadzenia badań
  + laboratoryjne – przeprowadzenie badań w sztucznie przygotowanym środowisku
  + terenowe – wykorzystanie naturalnych warunków

### Badania z użytkownikami

Testy z użytkownikami (*ang. usability testing*) są metodą oceny użyteczności, która polega na testowaniu interfejsu przez użytkowników, zgodnie wcześniej opracowanym scenariuszem zadań [13].

Badanie umożliwia sprawdzenie, w jaki sposób użytkownicy korzystają z systemu oraz jakie odczucia prezentują wobec aplikacji. Metodę charakteryzuje wiele wariantów w zależności od rodzaj testowanej aplikacji oraz celu przeprowadzenia badań. Badania mogą zostać przeprowadzone na dowolnym etapie, od szkiców ekranów, poprzez makiety i prototypy po działający już w pełni system. Ważnym jest, aby osoby z grupy testującej były przedstawicielami grupy docelowej aplikacji.

Charakter badań może być formatywny, sumatywny lub łączony. W podejściu formatywnym zbierane są dane ilościowe i dokonywana ich analiza. Wybrane metryki określają użyteczność systemu. Na ich podstawie można porównać wersje lub produkty konkurencyjne. Badania sumatywne skupione są na identyfikacji problemów wynikających z wywiadów z użytkownikami i obserwacji ich zachowań. Oba podejścia badania mogą być stosowane jednocześnie poprzez kolekcjonowanie i analizowanie danych jakościowych oraz ilościowych.

#### Dobór uczestników

Kluczową decyzją jest dobór uczestników testu i ich odpowiednia liczba. Nadmiar respondentów zwiększa nakłady, które badacz musi ponieść w związku z badaniami. Pomocne mogą okazać się opisane przez Laudauera i Nielsena badania, które wykazały, że zadowalające wyniki można otrzymać już dzięki badaniom z 5 użytkownikami – 85% wykrytych błędów z użytecznością [14]. Cały wykres prezentuje Rys. 2.2.



Rys. . Zależnośc liczby uczęśtników testu do procentu odnalezionych problemów z użytecznością. (Źródło[14])

Główny cel przeprowadzania badań z użytkownikami to zebranie danych ilościowych oraz jakościowych na działania użytkownika w systemie, a także zidentyfikowanie zasadniczych problemów które występują. Przeprowadzenie badań tego typu nie wymaga użycia specjalistycznego sprzętu lub pomieszczenia. Możliwe jest wykonywanie tych badań zdalnie, np. podczas przemieszczania się.

#### Organizacja badań

Organizacja badań składa się z etapów, jakimi są:

* Opracowanie planu badań – ustalenie celu i zakresu prowadzonych badań
* Zaplanowanie sposobu, w jaki chce się je przeprowadzić
* Określenie miar, które chce się zebrać
* Zebranie grupy badawczej złożonej z osób chętnych do uczestnictwa w badaniach, najlepiej będących docelowymi użytkownikami aplikacji
* Stworzenie scenariusza badań – instrukcji i danych przeznaczonych dla uczestnika testów

Główny etap badań poprzedzony jest zazwyczaj ankietą wstępną, w której uczestnicy zaznaczają swoje preferencje oraz dane demograficzne.

#### Ankiety

Ankiety często są używane jako metoda badawcza. Stosuje się taką formę często w przypadkach uciążliwych do zmierzenia miar, na przykład związanych z emocjami satysfakcji. Zazwyczaj do takich pomiarów stosuje się dedykowane formularze, które w testach o tematyce zadowolenia sprawdzają wiarygodność.

Najpopularniejsze to:

* QUIS (Questionnaire for User Interaction Satisfaction) [15]

Opracowali go specjaliści z Uniwersytetu Maryland. Jest odpłatny, ale cały czas trwają przy nim prace doskonalące. Badany odpowiada na zadane pytania odnoszące się do różnej tematyki np. głównych wrażeń, architektury informacji czy też szybkości przyswajania wiedzy. Forma jest różna, począwszy od zaznaczania wielkości satysfakcji w skali 1-9 odpowiednio łatwe/trudne, do pytań otwartych.

* SUMI (Software Usability Measurement Inventory) [16]

Został zredagowany przez grupę HFRG na Uniwersytecie Cork. Jego celem jest wzgląd przez użytkownika końcowego na pomiar jakości oprogramowania. Formularz jest płatny, a jego pula pytań składa się z 50 zagadnień, na które odpowiada się wybierając jedną z trzech odpowiedzi – zgadzam się/nie zgadzam się/nie mam zdania.

* PSSUQ  
  Na podstawie projektu SUMS wewnątrz firmy IBM została opracowana przez Lewisa. Dotyczy oceny satysfakcji z systemu dostrzeganej przez użytkownika. Zawiera 16 pytań, na które trzeba odpowiedzieć w 7-stopniowej skali.
* SUS (System Usability Scale)

W 1986r. dzięki opracowaniu John Brooke’a mamy możliwość używania ankiety która jest najbardziej ogólna ze wszystkich wymienionych, za co została krytykowana. Możemy określić postrzeganą łatwość i satysfakcję użytkowania podczas korzystania z systemu odpowiadając na 10 pytań w skali 5-stopniowej Likerta. Zasadniczą różnicą jest przyznawanie punktów, do czego jest wystosowana instrukcja. Wynik może mieścić się w granicy do 100 punktów. Im wskaźnik jest wyższy, tym jest lepsza ocena.

### Badania z ekspertami

Badania eksperckie prowadzone powinny być przez wykwalifikowanych i doświadczonych badaczy będących specjalistami od pojęć User Experience lub znawców dziedziny związanej z projektowanym systemem. Poziom wiedzy specjalistów ściśle wpływa na jakość uzyskanych wyników. Audyt ekspercki jest metodą szybką i związaną są z niskim nakładem kosztów prowadzonych badań. Dodatkową zaletą jest to, że aby otrzymać miarodajne wyniki nie potrzeba dużej liczby badaczy.

#### Metoda list kontrolnych

Metoda list kontrolnych jest eksperckim badaniem użyteczności systemu polegającym na sprawdzeniu projektu interfejsu aplikacji pod kątem wcześniej przyjętych kryteriów i warunków, które zgodnie z założeniami powinien spełniać projekt. Sformułowanie pytań zawartych w liście kontrolnej może odbywać się na podstawie istniejących norm projektowana interfejsów. W zależności od tematyki aplikacji do badania użyteczności, może być wykorzystana autorska lista kontrolna, zawierająca pytania, które dotyczą wymagań funkcjonalnych dziedziny aplikacji. Ekspert ocenia aplikację odpowiadając na pytania binarnie (tak/nie) lub stosując ustaloną skalę odpowiedzi.

Najbardziej popularną listą kontrolną jest ta, opracowana przez firmę Userfocus. Zawiera 247 kryteriów podzielonych na grupy w zależności od elementu interfejsu [17]:

* Użyteczność strony głównej.
* Architektura informacji i nawigacja strony.
* Wspieranie realizacji zadań.
* Wprowadzanie danych i formularze.
* Pisownia i język.
* Wiarygodność i zaufanie.
* Układ i projekt graficzny.
* Wyszukiwanie na stronie.
* Podpowiedzi, informacje zwrotne, pomoc użytkownikowi.

Największą zaletą metody jest obiektywna ocena, nastawiona na konkretne pytania i sprecyzowany zakres odpowiedzi [17].

#### Analiza heurystyczna

Kolejną metodą badania użyteczności interfejsów jest analiza heurystyczna. Została zaproponowana przez Nielsena i Molicha w 1990 roku. Polega ona na ocenie użyteczności interfejsu przez grupę ekspertów z dziedziny User Experience. W czasie badania eksperci sprawdzają zgodność interfejsu z zestawem wytycznych, mając na uwadze stopień nasilenia każdego z problemów i lokalizację jego występowania [18]. Heurystyki (zasady) użyteczności zostały przygotowane przez specjalistów z tej dziedziny.

Najczęściej wykorzystywane heurystyki do badań użyteczności aplikacji to [19]:

* Heurystyka Nielsena – lista wytycznych stworzona przez Jacoba Nielsena w 1994 roku. Bazuje ona na zbiorze zasad Molicha i Nielsena. W skład heurystyki wchodzi 10 wytycznych dotyczących interakcji człowieka z urządzeniem:
  1. Pokazuj status systemu.
  2. Zachowaj kompatybilność systemu ze środowiskiem.
  3. Pozwól użytkownikowi na pełną kontrolę.
  4. Zachowaj spójność i zgodność ze standardami.
  5. Zapobiegaj błędom.
  6. Umożliwiaj wybieranie zamiast konieczności zapamiętywania.
  7. Zagwarantuj elastyczność i efektywność.
  8. Zadbaj o umiar i estetykę.
  9. Pamiętaj o obsłudze błędów.
  10. Zadbaj o dokumentację systemu i pomoc.
* Reguły Gerhardt-Powalsa – zasady poznawcze prezentujące stosunek całościowy do oceny użyteczności. Dotyczą podobnych aspektów co te, zaproponowane przez Nielsena [25]. Gerhardt-Powalsa definiuje reguły:
  1. Automatyzację obciążenia,
  2. Zmniejszenie niepewności. Jasna i przejrzysta prezentacja danych. Nowe dane prezentowane są wraz ze wskazówkami do ich interpretacji.
  3. Minimalizacja obciążenie poznawczego.
  4. Nazewnictwo rozpoznawalne dla użytkownika
  5. Nazwy adekwatne do funkcjonalności, jakie reprezentują.
  6. Prezentacja tylko danych, które są niezbędne w danej chwili.
  7. Różne formaty kodowania danych.
  8. Redundancja.
* Zasady użyteczności Connella – jest to zbiór 30 zasad podzielonych na 7 mniejszych grup, takich wydajność systemu, użytkownik, percepcja itd.

Badania pokazują, że grupa 5-10 ekspertów pozwala na zidentyfikowanie od 55 do 90% popularnych problemów z użytecznością interfejsu. Dobór badaczy jest bardzo istotny w analizie heurystycznej. Nielsen zbadał wagę doświadczenia i wiedzy ekspertów, jako czynnika efektywności analizy heurystycznej. Porównał wyniki badań trzech grup badaczy - początkujących, ekspertów z dziedziny użyteczności oraz bardzo doświadczonych specjalistów. Wyniki badań udowodniły, że najwięcej problemów użyteczności interfejsu zostało wykrytych przez najbardziej doświadczonych ekspertów. Nielsen wykazał w badaniach, że testy przeprowadzane przez doświadczonych ekspertów wymagają mniejszą liczbę badaczy. Stosowanie tego typu badań użyteczności jest łatwe, a koszty tej metody niskie. Mimo stwierdzenia, że ocena heurystyczna może zidentyfikować większość problemów z interfejsami, wskazuje również na problemy istotne z punktu widzenia specjalisty, a niezauważalne dla przeciętnego użytkownika. Usuwanie tego typu problemów może nieść za sobą duże nakłady finansowe, jednak korzyści mogą nie być proporcjonalne, ponieważ użytkownik może nie zauważyć różnicy. [18]

### Metoda ścieżki poznawczej

Metoda ścieżki poznawczej bazuje na nadzorowaniu użyteczności aplikacji bądź strony internetowej, oceniany jest wzorzec interfejsu użytkownika. Podczas badania weryfikowana jest intuicyjność łatwość nauki aplikacji. Metoda oparta jest na stosowaniu i aplikacji i modelu nauki poznawczej. Algorytmem ścieżki kognitywnej jest badanie użyteczności, które stosuje się w samowolnym momencie projektowania i implementacji systemu. Badane mogą być model, gotowy produkt, prototyp lub makiety systemu. Metoda ścieżki poznawczej obejmuje dwa etapy: część przygotowawczą oraz część analityczną. W fazie przygotowawczej biegli przygotowują listę zadań użyteczności systemu dostosowanych do wykonywania przez potencjalnych konsumentów i ciągu kroków potrzebnych do zrealizowania zadania. W drugiej części badacze wcielają się w użytkownika i testują każdą z możliwych opcji realizacji wcześniej ustalonego planu. [18]

Przykładowe pytania, na które odpowiedzi udziela ekspert podała Cathleen Wharton:

1. Czy użytkownik będzie starannie dążył do celu ze świadomością, ze każdy kolejny krok jest konieczny do poprawnego wykonania zadania?
2. Czy użytkownik dostrzegł element interfejsu dzięki któremu może wykonać działanie?
3. Czy użytkownik świadomie realizuje kolejny krok zadania poprzez rozumne użycie elementu interfejsu.
4. Czy informacja zwrócona przez system zakomunikuje użytkownikowi, że jego działanie zostało poprawnie wykonane i jest ono zakończone?

Prawidłowo przeprowadzona procedura jest w stanie skutecznie wskazać na błędy jakich mogli dopuścić się użytkownicy w czasie korzystania z aplikacji. Wykorzystywana metoda jest procesem, z którego mogą korzystać nie tylko eksperci, ale również projektanci początkujący. Najwięcej uwagi powinno się zwrócić na odpowiednie opracowanie kolejności i przebiegu zadań, które później będą wykonywane, gdyż niedokładność w tym miejscu może przyczynić się do bezużyteczności metody. [18]

## Zdalne badanie użyteczności.

Zdalne badania najczęściej wykonywane są za pośrednictwem Internetu oraz specjalnych narzędzi wspomagających wykonywanie zdalnych badań użyteczności. Podczas badania aplikacji, jej projektant nie musi spotykać się z użytkownikami, a sami uczestnicy badania nie muszą wykonywać testów w specjalnie przygotowanym laboratorium. Często respondenci nie są w ogóle znani badaczowi. Testy zdalne można podzielić na moderowane – wykonywane z udziałem obserwatora, który śledzi poczynania użytkownika i odpowiada za komunikację z nim. Testy niemoderowane to takie, które wykonywane są bez udziału badacza. Wszystkie potrzebne mu dane, zostają zebrane w trakcie testów i zapisywane przez oprogramowanie wykorzystane do badania i udostępniane dla niego [20].

Największą zaletą zdalnych badań użyteczności jest niski koszt ich przeprowadzenia. Użytkownicy wykonują zadanie dobrowolnie, często towarzyszy temu niższe wynagrodzenie. Istotne jest również środowisko przeprowadzanych badań. Uczestnicy wykonują testy w ich codziennym otoczeniu, w takich momentach i warunkach, które są dla nich dogodne. Warunki te umożliwiają też zdobycie zróżnicowanej geograficznie, wiekowo i społecznie grupy badanych. Bardzo istotną wadą wpływającą na trudność przeprowadzania badań są problemy związane z poufnością danych i bezpieczeństwem [20].

### Moderowane

Zdalne badanie moderowane jest najbardziej zbliżone do badań laboratoryjnych. Pozwala poprzez Internet  na komunikację z użytkownikiem oraz śledzenie jego działań za pomocą specjalnego oprogramowania. Jednocześnie jest śledzony pulpit urządzenia, co pozwala na oglądanie zachowania i reakcji uczestnika [20].

**Przebieg badania**:

Poprzez wykorzystanie wybranego oprogramowania moderator ustawia tzw. okienko sesji badawczej. Jest to czas, w którym będzie prowadzone badanie z uczestnikiem. Jednocześnie wysyłany jest link, który należy otworzyć, aby uzyskać połączenie z wirtualnym „pokojem badań”. Jeżeli respondent i moderator posiadają urządzenia komunikacyjne, takie jak słuchawki i kamerki internetowe, to mogą widzieć i słyszeć się nawzajem. Dalszy przebieg badania jest prowadzony poprzez prowadzenie rozmowy i wykonywanie zadań na ocenianej stronie internetowej.

**Badanie wyróżniają następujące aspekty:**

1. Rekrutacja prowadzona jest „na żywo” – zdalne moderowane badania użyteczności pozwalają na bezpośrednie rekrutowanie użytkowników na stronie internetowej, w trakcie wykonywania ustalonych działań. Jest to największy atut tej metody, ponieważ w badaniu biorą udział ludzie, którzy z uwagi na osiąganie swoich rzeczywistych celów, bardziej angażują się w wykonywanie zadania.
2. Ułatwione dotarcie do trudnych w rekrutacji grup ludzi. Z badanymi można się umówić o dowolnej porze oraz mogą się znajdować w dowolnym miejscu. Potrzebują jedynie połączenia do sieci i narzędzia, na którym będą wykonywali zadanie.
3. Obserwowanie badań – realizowane sesje badawcze są swobodnie obserwowane przez badacza z dowolnego miejsca na świecie.

### Niemoderowane

Wadą niemoderowanych brak kontroli nad użytkownikami oraz problem z obserwowaniem ich zachowania i reakcji. Badania niemoderowane ze względu na swój odmienny charakter można podzielić na [20]:

#### Badania zdalne niemoderowane jakościowe

Jest to badanie niemoderowane odbywające się bez bezpośredniego udziału moderatora. Użytkownicy wykonują określone zadania w serwisie, a ich poczynania są nagrywane i dostępne w formie filmów do obejrzenia dla badacza. W niektórych narzędziach można istnieje możliwość zadania użytkownikom pytań potestowych.

**Przebieg badania wygląda następująco:**

Badacz definiuje zadania w specjalistycznym oprogramowaniu. Najczęściej przebiega to poprzez wykonanie trzech kroków:

1. Dodanie testu.
2. Zdefiniowanie zadania (zadań).
3. Wygenerowanie linku do badania

Otrzymany link zostaje udostępniony użytkownikom, którzy będą brali udział w badaniu.

**Badanie wyróżnia:**

* Możliwość jednoczesnego badania wielu użytkowników – link może być rozesłany do dowolnej liczby ludzi z prośbą o zrealizowanie badania. W ten sposób można przetestować oprogramowanie w ciągu jednego dnia nawet na kilkudziesięciu osobach.
* Nagrywanie wypowiedzi badanych – w przypadku gdy badany ma uruchomiony mikrofon, może komentować swoje działania w trakcie wykonywania zadania. Jego głos zostanie nagrany i można go później odsłuchać.
* Nagrywanie obrazu wideo z kamery – w przypadku urządzeń z podłączoną przednią kamerą, za zgodą uczestników można nagrać ich reakcje oraz środowisko, w którym osoba się znajduje.
* Rekrutacja – istotny czynnik szczególnie w krajach anglojęzycznych. Narzędzia służące do przeprowadzania tego typu badań, mają często dostęp do międzynarodowych baz użytkowników. Dzięki temu po stworzeniu listy zadań można automatycznie zrekrutować uczestników i zebrać wyniki.
* Zdalny eye tracking - na rynku pojawiły się narzędzia dające możliwość rejestrowania ruchu gałek ocznych (ang. eye tracking) w sposób zdalny. Dzięki tej technice można się dowiedzieć co użytkownik zauważa na stronie, a czego nie.

#### Badania zdalne niemoderowane ilościowe

W tych badaniach również nie ma bezpośredniego udziału moderatora. Badanie ma inny charakter niż poprzednie, ponieważ służy do zbierania informacji o użyteczności od bardzo dużej grupy użytkowników. Podczas gdy badani realizują określone zadania w serwisie, w tle ich działań zapisywane są różne parametry takie jak liczba kliknięć, czas realizacji zadania i poprawność jego wykonania. W efekcie można otrzymać dużo informacji ilościowych, które mogą być uzupełnione o opinie użytkowników.

**Przebieg badania:**

Badanie zostaje przygotowane w dedykowanym do tego oprogramowaniu. Jego przygotowanie wymaga zazwyczaj dużego wysiłku ze strony badacza i dobrej precyzji oczekiwań. Narzędzia do przeprowadzania tego typu badań dają ogromne możliwości w zakresie jego zarządzania: zadawanie różnych pytań, w zależności od profilu badanego, dowolnej randomizacji zadań, sterowania liczbą zadań realizowanych w badaniu. Ważne jest więc przemyślenie konfiguracji od początku do końca pod kątem oczekiwanych rezultatów.

Po przygotowaniu badania wygenerowany zostaje specjalny link umożliwiający zaproszenie użytkowników do badania. Zaproszenie można również wyświetlić na stronie WWW za pomocą bannera lub okna pop-up. Użytkownik decydujący się brać udział w badaniu, zostaje przekierowany do specjalnie w tym celu przygotowanej strony. Po udzieleniu odpowiedzi na pytania wstępne może realizować odpowiednie zadania.

**Badanie wyróżnia:**

* Badanie użytkowników będących rozproszonych przestrzennie.
* Generowanie zbiorczych wyników – natychmiastowo po badaniu dostępne są informacje dotyczące poprawnie wykonanych zadań, czasu ich trwania oraz liczby kliknięć.
* Swobodna możliwość dostosowywania wyników – liczne opcje filtrowania, sortowania, wybierania badanych umożliwiają łatwą i szybką segmentację wyników, co umożliwia porównywanie różnych grup użytkowników.
* Można regenerować tzw. ścieżki przemieszczania po serwisie oraz mapy kliknięć.
* Możliwość manewrowania zadaniami w zależności od profilu użytkownika – liczne możliwości logiczne pozwalają swobodnie dobierać zadania dla różnych grup odbiorców.

Tabela . Porównanie zdalnych moderowanych i niemoderowanych badań użyteczności (Źródło[20])

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Metoda | Badanie zdalne moderowane | Zdalne niemoderowane badanie jakościowe | Zdalne niemoderowane badanie ilościowe |
| Standardowa wielkość próby | 5 - 15 | 10 - 30 | 100 – 1000 |
| Otoczenie badawcze | Naturalne | Naturalne | Naturalne |
| Miary badawcze (sukces, czas, kliknięcia, itd.) | Tak (badacz) | Tak (badacz) | Tak (narzędzia) |
| Badanie zachowań | Tak | Tak | Tak (częściowo) |
| Badanie preferencji/opinii | Tak | Tak (częściowo) | Tak (częściowo) |
| Wpływ moderatora | Duży | Brak | Brak |
| Pytania potestowe | Tak | Tak | Tak |
| Przedmiot badania (strona WWW, prototyp) | Dowolny | Dowolny | Dowolny |

# Narzędzia wspomagające zdalne testowanie użyteczności

Rozdział przedstawia przegląd najpopularniejszych narzędzi pomocnych podczas wykonywania zdalnych badań użyteczności natywnych aplikacji mobilnych. Badacz ma do wyboru bardzo szeroki zakres narzędzi, które mogą wyręczyć go w niektórych czynnościach związanych z przeprowadzaniem badania. Osoba przeprowadzająca badania potrzebuje znać profil uczestników oraz ich ocenę satysfakcji, a wesprzeć go w tym mogą narzędzia do generowania ankiet internetowych. Aby w zdalny sposób zmierzyć liczbę akcji nawigacyjnych, błędów i czasy badacz potrzebuje nagranych filmów z przeprowadzonych czynności. W nagrywaniu i przesyłaniu filmów wspierają aplikacje mobilne, napisane do tego celu. Na koniec badacz musi podsumować wszystkie zebrane miary, a pomogą mu w tym arkusze kalkulacyjne.

## Nagrywanie filmów

Istotnym elementem umożliwiającym zebranie danych z badania jest nagranie wideo. W przypadku badań moderowanych można stworzyć i użyć specjalną konstrukcję, która umożliwia umocowanie smartfonu z kamerą za pomocą ramy w taki sposób, aby obiektyw kamery był skierowana w stronę ekranu, co przedstawia rysunek 4.1. W przypadku badań zdalnych jest to trudne, aby przekonać uczestnika do tworzenia tego typu konstrukcji samodzielnie, podobnie jak przekonanie go do instalowania oprogramowania, które może zbierać poufne dane. Ponadto rozwiązanie tego typu sprawia, że używanie smartfonu staje się niewygodne i badanie zostaje przeprowadzone w sposób nienaturalny dla użytkownika.

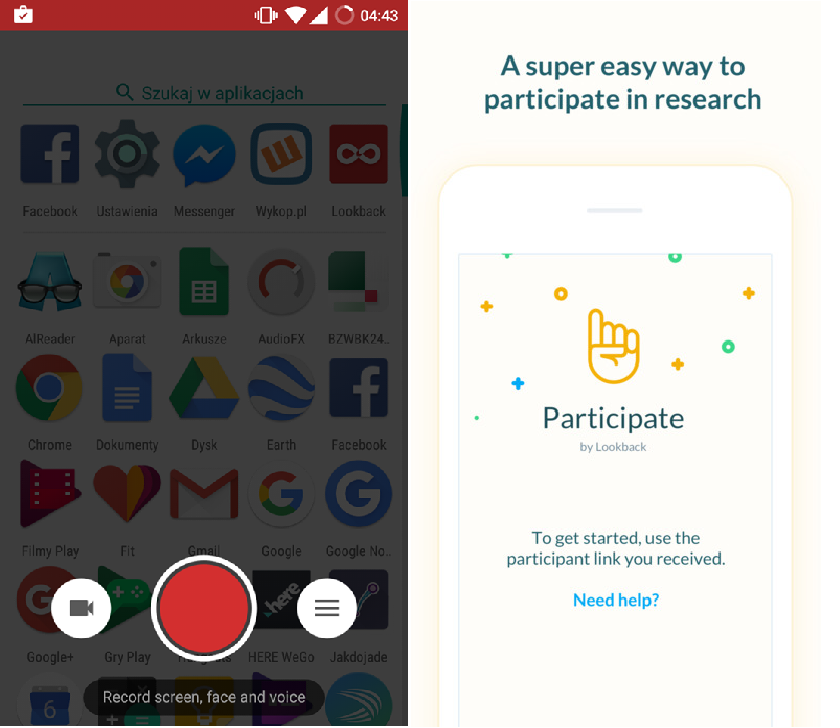


Rysunek . Konstrukcja umożliwiająca nagranie wykonywania czynności z dowolnego urządzenia. <http://uxdesign.pl/testy-uzytecznosci-serwisow-mobilnych/>

W nowszych smartfonach problem znika wraz z pojawieniem się możliwości działania oprogramowania nagrywającego ekran. Taka funkcjonalność pojawia się w Android 4.4.2 (po odblokowaniu uprawnień root w urządzeniu), Android 5 oraz iOS8 (tylko po podpięciu do komputera) lub iOS9 [32] [33].

### Lookback

Lookback jest to kompleksowy system do nagrywania, przesyłania i zarządzania filmami z ekranu smartfona. Aplikacja pozwala na automatyczne przesyłanie filmów z urządzenia, a system webowy na przeglądanie i przycinanie. Umożliwia także połączenie nagrania ekranu i przedniej kamery wideo. Twórcy stworzyli także aplikację Participate, dzięki której uczestnicy nie muszą się nigdzie logować, wystarczy że otworzą link, nagrają filmy a ich nagrania trafią bezpośrednio do odpowiedniego folderu projektu badacza. Wygląd obu aplikacji przedstawia rysunek 4.2. Oprócz tego, co wyświetla się na ekranie Lookback wyświetla także półprzezroczysty ślad, który przedstawia miejsce, gdzie użytkownik dotyka ekranu. Jest to przydatna cecha, ponieważ pozwala badaczowi na wyłapanie wszystkich prób interakcji.



Rysunek . Interfejs aplikacji Lookback i Participate.

### Rec

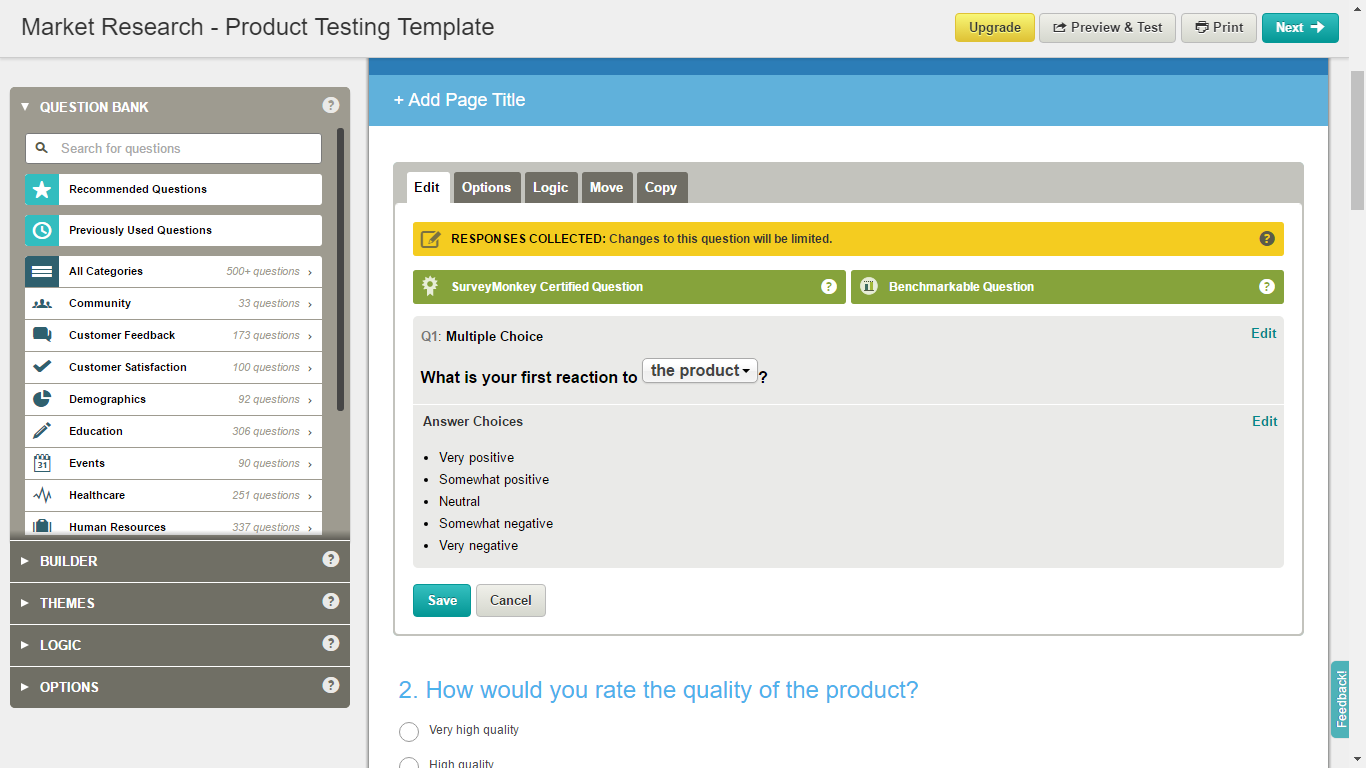
Rec jest popularną, prostą aplikacja, służącą do nagrywania tego, co jest wyświetlone na ekranie. Niestety nie ma zaawansowanych funkcji takich jak Lookback, dlatego w mniejszym stopniu nadaje się do rejestrowania poczynań uczestników zdalnego badania aplikacji mobilnych.

## Ankietyzacja

Przydatnymi danymi dla badacza jest profil uczestników oraz ich ocena satysfakcji, a wesprzeć go w tym mogą narzędzia do generowania ankiet internetowych, które wspomagają cały cykl życia ankiety - ułatwiają ich tworzenie, generują link URL do przesłania respondentom, a następnie generują dane statystyczne odnośnie zebranych odpowiedzi.

### SurveyMonkey

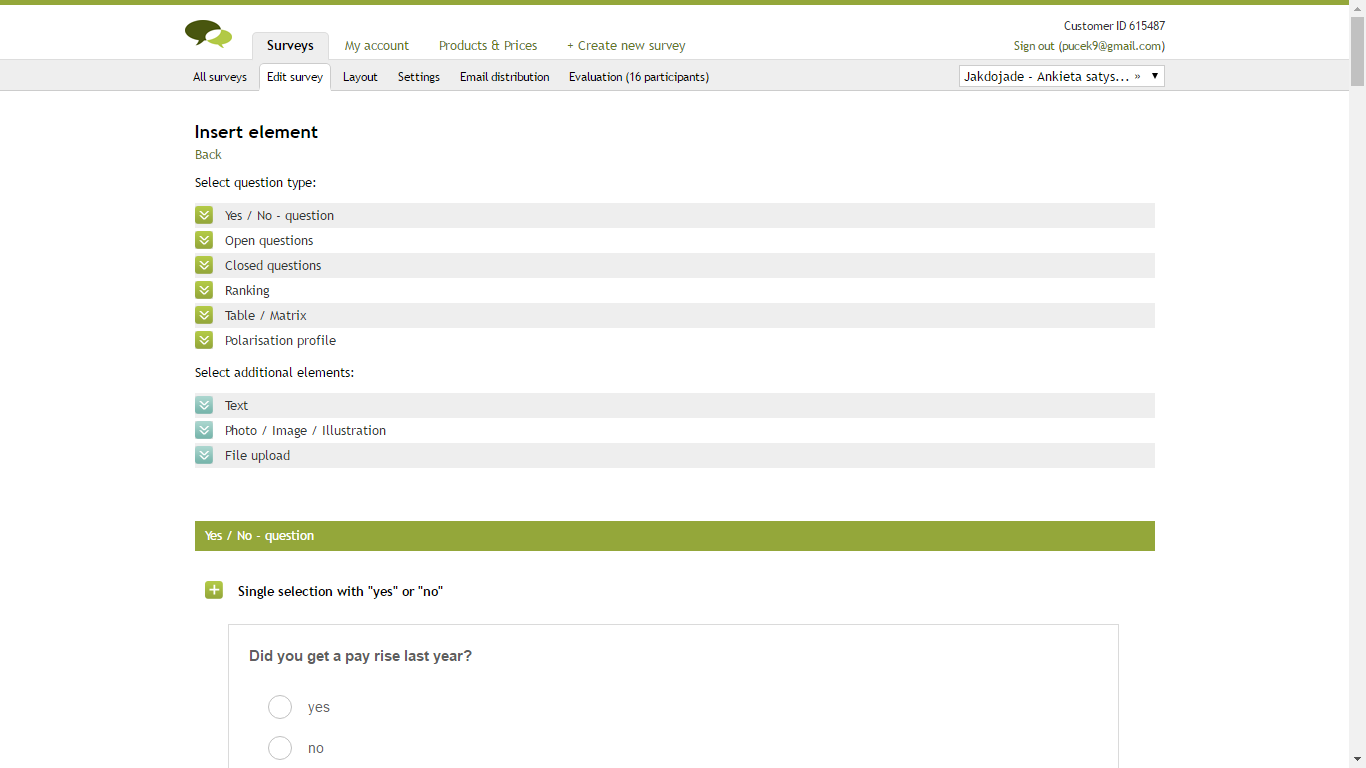
SurveyMonkey jest zdecydowanie najlepszym narzędziem do przeprowadzania badań opinii. Za jego wyborem może motywować bardzo duża ilość funkcjonalności takich jak bogaty zbiór szablonów pytań, duża możliwość konfiguracji typu wprowadzanych danych i wyglądu (Rysunek 4.3). Umożliwia wygenerowanie danych statystycznych oraz porównanie wyników badań np. różnych wersji aplikacji. Narzędzie jest płatne, darmowa licencja pozwala na stworzenie ankiety nie przekraczającej 10 pytań oraz 100 odpowiedzi [30].



Rysunek . Interfejs edycji ankiety w SurveyMonkey.

### eSurvey Creator

Darmowa licencja eSurvey Creator pozwala na nielimitowaną liczbę pytań, oraz do 350 odpowiedzi. Funkcjonalność generatora jest pozbawiona możliwości skorzystania z publicznych szablonów oraz generuje bardziej ubogie dane statystyczne. Pozwala na stworzenie ankiety w kilku wersjach językowych [31]. Narzędzie w darmowej wersji jest pomocne w wystarczający sposób aby przeprowadzić proste badanie satysfakcji, więc zostało wybrane do przeprowadzenia badania. Interfejs przedstawia zrzut ekranu na rysunku 4.4.



Rysunek . Interfejs eSurvey Creator przedstawiający dodawanie elementu w ankiecie.

## Stopery i liczniki

Do zmierzenia czasu wykonywania zadania wystarczy wyciąć z filmu części w której przeprowadzane są czynności. Jeśli ktoś nie korzysta z tego rozwiązania wystarczy zwykły stoper. Aplikacje działają na zasadzie obliczania różnicy czasu pomiędzy rozpoczęciem mierzenia i kończeniem. Niektóre posiadają też możliwość pauzowania oraz mierzenia okrążeni, co też można wykorzystać. Dla czasu błądzenia należy powtórzyć proces w kontekście mierzenia czasu, w którym uczestnik błądzi.

Akcje nawigacyjne i błędy badacz może odnotowywać w formie notatek lub używać liczydła.

## Obliczenia i przedstawianie wyników

W celu osiągnięcia rezultatów w formie tabel i wykresów badacz musi pogrupować wyniki w odpowiedni sposób. Wygodnym oprogramowaniem wspierającym w tym procesie są arkusze kalkulacyjne.

### Arkusz kalkulacyjny

Wszystkie popularne pakiety biurowe zawierają arkusz kalkulacyjny. Jest to oprogramowanie przedstawiające dane liczbowe w postaci tabel dwuwymiarowych, które pozwala na automatyczną obróbkę tych danych, a także na prezentacje np. w postaci wykresów kolumnowych, słupkowych kołowych, liniowych itd. Zawiera funkcje matematyczne, statystyczne, daty, czasu, dzięki którym może przetwarzać różnego typu dane. Najczęściej używane arkusze kalkulacyjne to Microsoft Excel, OpenOffice Calc, LibreOffice Calc [34].

## Kompleksowe narzędzia do przeprowadzania zdalnych badań użyteczności

Istnieją narzędzia które uczestniczą w całym procesie przeprowadzania badań, cechują się różnymi funkcjonalnościami wspomagającymi badanie.

### UserTesting

UserTesting jest to płatne oprogramowanie pozwalające na przesłanie swojej aplikacji dla Androida, iOS lub strony internetowej, umieszczenie instrukcji i zadań, nabycie respondentów i otrzymanie nagrań wideo. Pozwala na korzystanie z panelu użytkowników aby sprawdzić konfigurację urządzeń i ich systemu. Po wykonaniu zadań respondentom zostanie też wyświetlona ankieta [35].

# Autorskie narzędzie wspomagające zdalne badanie użyteczności natywnych aplikacji mobilnych.

Rozdział przedstawia szczegółowy opis narzędzia, stworzonego na potrzeby pracy dyplomowej, mogący mieć zastosowanie lub naukowe, używany przez pracowników i dyplomantów uczelni, lub biznesowe – przez innych programistów aplikacji mobilnych, chcących zbadań użyteczność swojej aplikacji mobilnej.

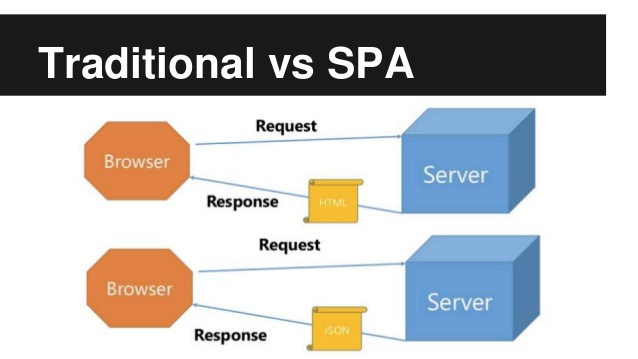
## Idea i założona funkcjonalność produktu

Głównym i pierwotnym założeniem systemu było wspomaganie badacza w znajdywaniu chętnych do uczestnictwa w badaniach. Osobami docelowymi byli inni programiści natywnych aplikacji mobilnych, którzy w zamian za przeprowadzenie testów swojej aplikacji zaoferują taką samą usługę. Następnie pojawiły się nowe pomysły i możliwości rozbudowy aplikacji o przydatne funkcje wspomagające badacza w wykonywaniu czynności zbierania i analizowania danych.

## Wykorzystane technologie i frameworki

W narzędziu zostały wykorzystane gotowe rozwiązania, popularne podczas tworzenia responsywnych stron webowych. Strona serwerowa została w maksymalnym stopniu uproszczona i jej jedyną funkcjonalnością jest obsługa bazy danych i autoryzacja dostępu do API. Większość zadań obliczeniowych, jak generowanie danych do wykresów wykonywanych jest po stronie klienta. Aplikacja działa responsywnie – dostosowuje się do wielkości ekranu urządzeń które ją wyświetlają, dodatkowo jest stworzona w technologiach dający rezultat Single-Page application. Różni się tym od tradycyjnych sron www, że nie trzeba odświeżać całej strony html po przejściu do innej podstrony, zastąpiony zostanie jedynie interesujący fragment. Sposób działania przedstawia Rysunek 5.1.

Zagadnienia: JavaScript, JSON, HTML, DOM, Single-Page application,MVC,RWD,API??,



Rysunek . Porównanie działania modelu tradycyjnego i SPA http://www.slideshare.net/ArthurFung/single-page-application-47806617

### AngularJS

Jest to otwarty framework wspierany przez firmę Google, oparty na języku JavaScript. Wspomaga tworzenie stron internetowych typu Single-Page application. Wdraża wzorzec MVC do aplikacji internetowych, co ułatwia ich rozwój i testowanie.

Biblioteka zawiera specyficzne tagi, które są wykorzystywane jako atrybuty elementów w stronie HTML, co umożliwia komunikację z kontrolerem, poprzez przypisywanie wejściowych i wyjściowych elementów strony do modelu, zapisanego jako zestaw zmiennych języka JavaScript. Umożliwia to mechanizm dwukierunkowego wiązania danych, którego działanie jest przedstawione na Rysunek 5.2. W ten sposób framework rozszerza i przystosowuje możliwości tradycyjnego HTML-a do obsługi dynamicznych treści, automatycznie synchronizuje widok z modelem i ogranicza manipulacje w DOM [26]. AngularJS pozwala podzielić projekt na moduły, wydzielić serwisy, filtry, kotrolery, widoki, dyrektywy i komponenty do osobnych plików.



Rysunek . Dwukierunkowe wiązanie danych w AngularJS https://docs.angularjs.org/img/Two\_Way\_Data\_Binding.png

Istnieje także mnóstwo bibliotek współpracujących z frameworkiem Angular, w projekcie zostały wykorzystane między innymi:

* uiRouter – odpowiedzialny za routing, podmianę treści bez przeładowywania całej strony.
* angular-chart-js – bliblioteka oparta na ChartJs, umożliwiająca tworzenie dynamicznych wykresów.
* ngTable – nakładka pomocnicza na zwykłą tabelę, dodaje możliwość sortowania i filtrowania po kolumnach oraz paginacji, umożliwia podpięcie dynamicznych danych.
* angular-ui-notification – umożliwia pokazywanie graficznych komunikatów, np. odpowiedzi z serwera.
* angular-translate – Ułatwia dodawaniem i zarządzaniem wersji językowych na stronie, może współpracować z pamięcią podręczną przeglądarki i wczytywać dane słownikowe z pliku.

### MeteorJS

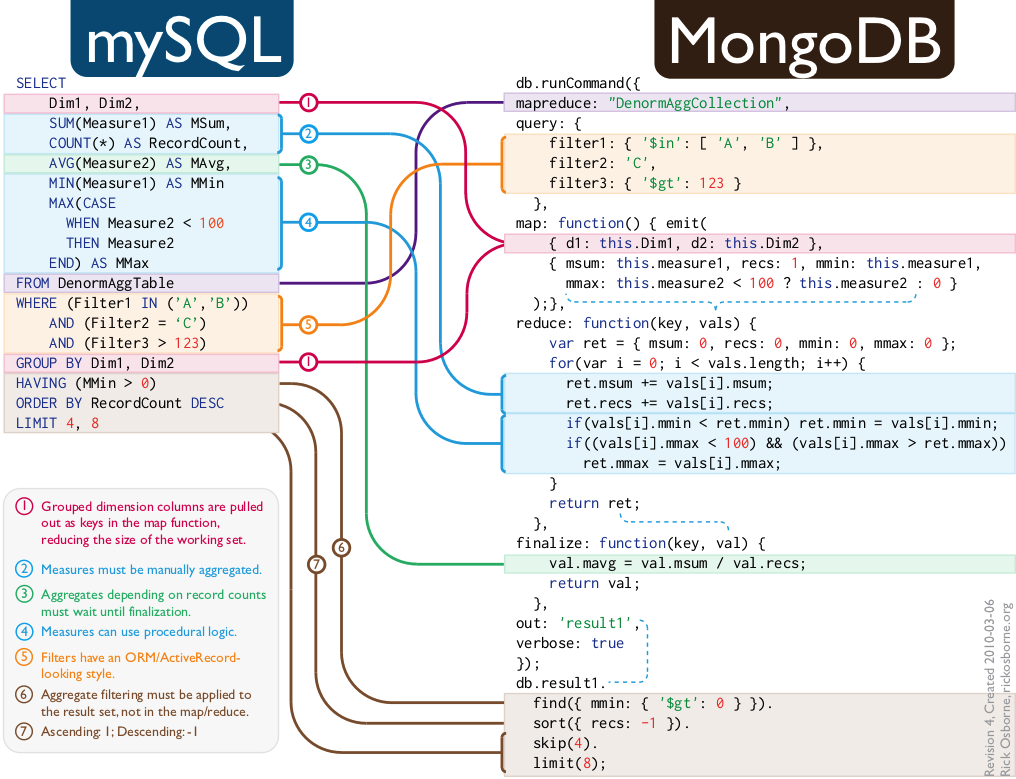
Meteor jest to darmowy framework JavaScript typu open-source, napisany przy użyciu NodeJS. Pozwala na szybkie tworzenie prototypów dla produkcji wieloplatformowych (ang. *cross-platform*) dla systemów www, Android, iOS itd. Kod integruje się z bazą danych MongoDB i używa stworzonego na własne potrzeby protokołu DDP (ang. *Distributed Data Protocol*) oraz wzorca komunikacyjnego typu publish–subscribe do automatycznego propagowania zmian danych u klientów, bez konieczności tworzenia kodu odpowiedzialnego za synchronizację. Posiada wbudowany silnik renderujący Blaze, ale równie dobrze współpracuje z Angularem i Reactem [27].

### NodeJS

NodeJS jest to środowisko uruchomieniowe przeznaczone do tworzenia skalowalnych aplikacji internetowych, w szczególności serwerów www. Jest oparte o silnik Chrome V8, stworzony przez Google. Umożliwia programistom tworzenie aplikacji sterowanych zdarzeniami, które wykorzystują asynchroniczny - nieblokujący system wejścia/wyjścia. Domyślny menager pakietów dla NodeJS to Npm, który stał się najliczniejszą biblioteką open source na świecie [28].

### MongoDB

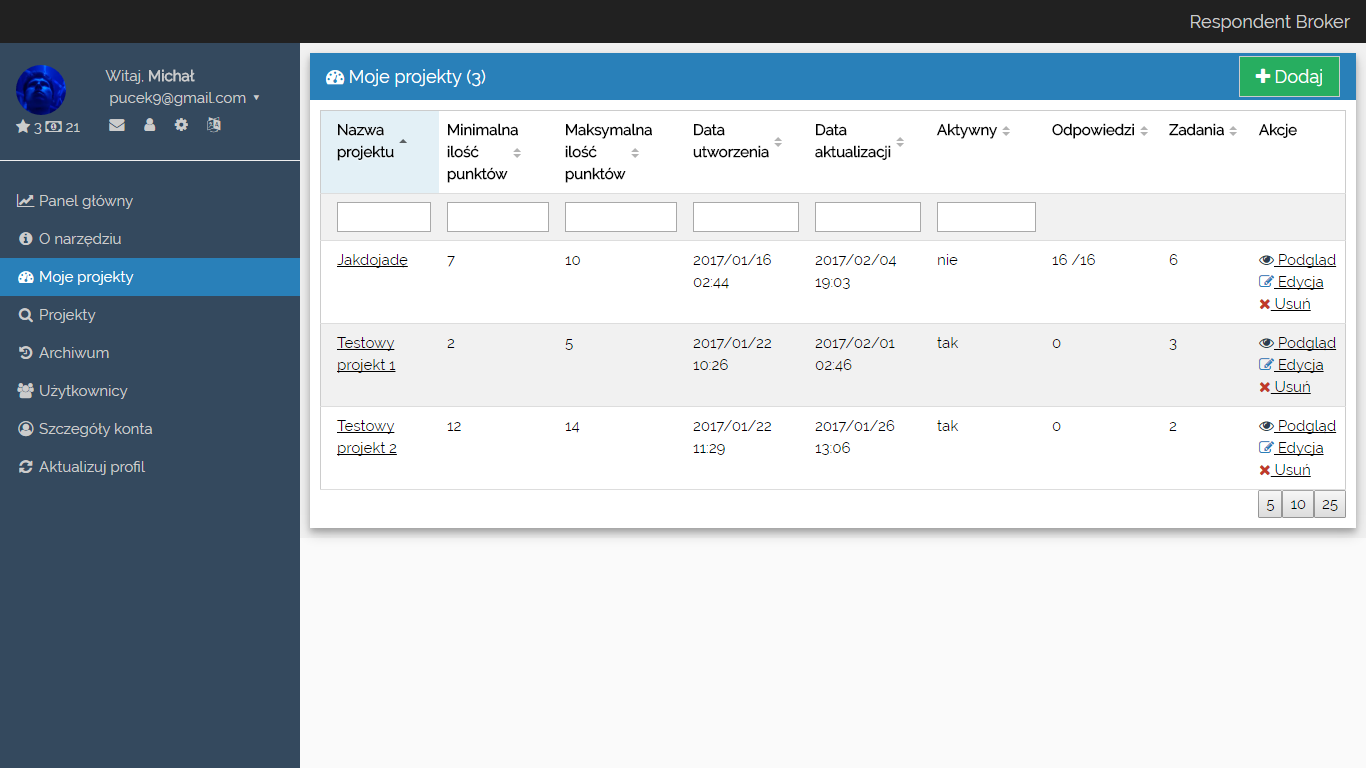
MongoDB jest to otwarty, nierelacyjny system baz danych typu NoSQL, zaprojektowany dla łatwego rozwoju i skalowania. Charakteryzuje się brakiem ściśle zdefiniowanej struktury baz danych i dużą wydajnością. Dane składowane są w postaci dokumentów JSON, co pozwala aplikacjom JavaScript na naturalne dla tego języka przetwarzanie danych. Umożliwia tworzenie hierarchii i indeksowania [29]. Poniższy Rysunek 5.3 przedstawia przykład zapytania w MongoDB, wraz z porównaniem do zapytania relacyjnej bazy danych w mySQL.



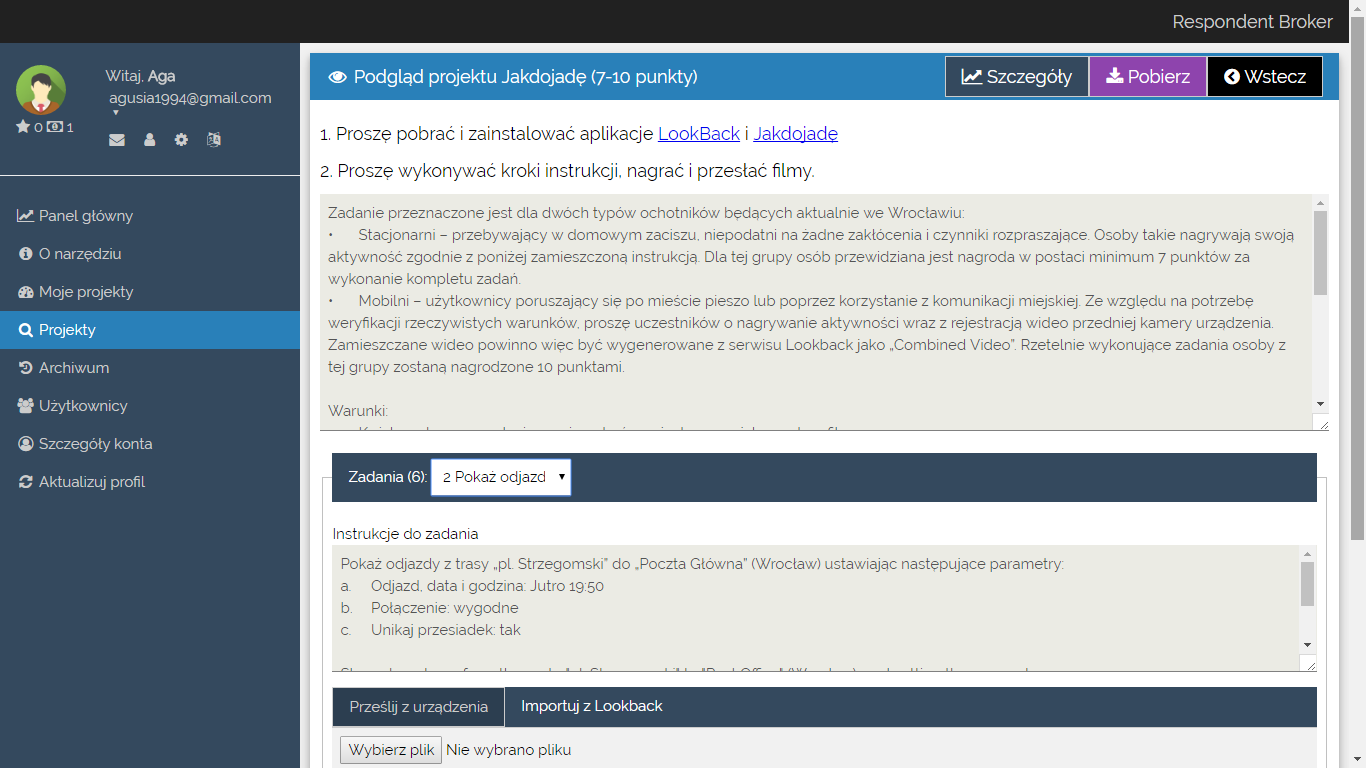
Rysunek . Porównanie przykładowego zapytania SQL i MongoDB. (źródło[nr] )[http://www.twiki.org/p/pub/Codev/TWikiPresentation2016x07x14MongoDB/mysql-vs-mongodb.png]

## Prezentacja i opis aplikacji

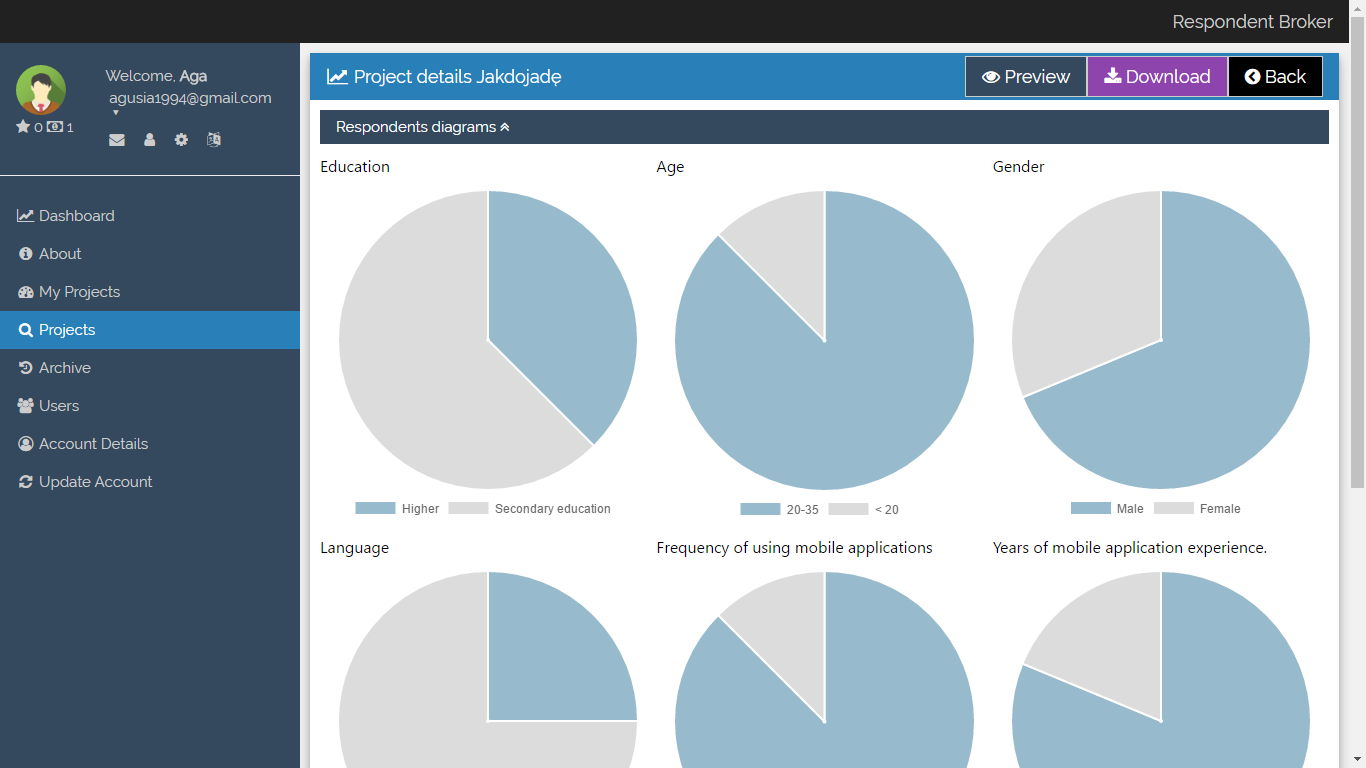
Na podstawie założeń, że aplikacja ma wspomagać badacza w jak największym stopniu w prawie wszystkich wykonywanych przez niego czynnościach związanych z przygotowaniem i przeprowadzeniem badania. Jego rola ogranicza się do dodania i skonfigurowania projektu, a następnie przejrzeniu filmów respondentów i oznaczeniu akcji za pomocą wbudowanego stopera. Poniżej przedstawione są zrzuty ekranu strony dla zakładek pokazujących listę własnych projektów (Rysunek 5.4) oraz podgląd projektu do odpowiedzi (Rysunek 5.5). W aplikacji zostały uwzględnione tłumaczenia interfejsu na język polski i angielski, co widać na rysunku 5.6. Narzędzie zostało stworzone zgodnie z techniką responsywnego dopasowania się do wielkości ekranu (RWD), więc z powodzeniem można korzystać z większości jej funkcji na urządzeniach mobilnych (Rysunek 5.7).



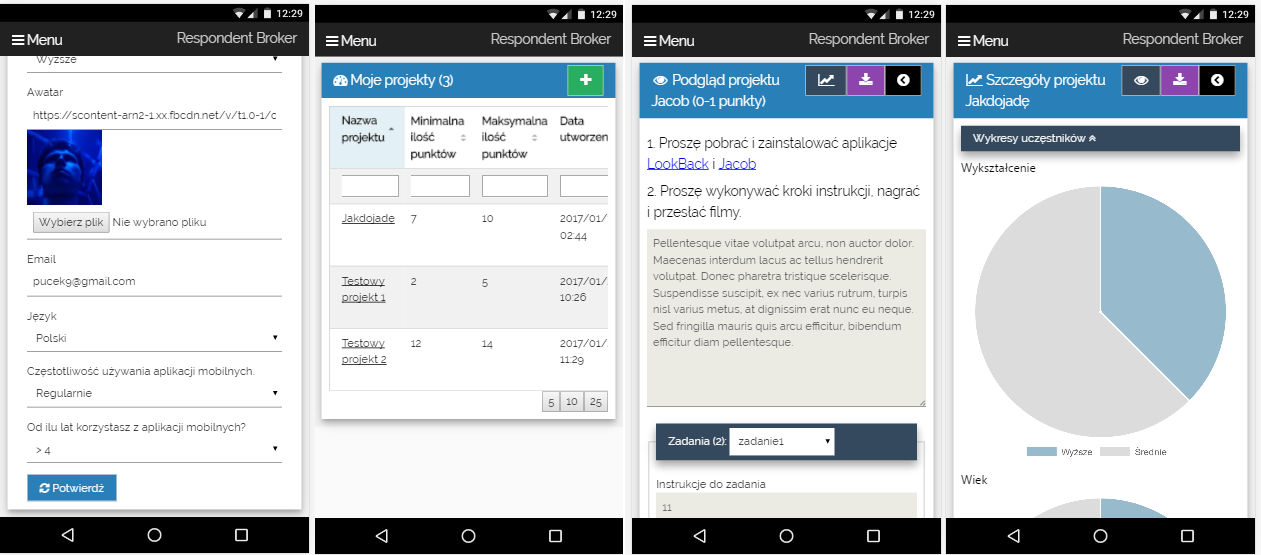
Rysunek . Interfejs narzędzia - zakładka "Moje projekty"



Rysunek . Interfejs narzędzia - "Podgląd projektu"



Rysunek . Interfejs narzędzia - "Szczegóły projektu" w języku angielskim.



Rysunek . Intefejs narzędzia na urządzeniu mobilnym.

### Funkcjonalności wspomagająca badaczy w znajdywaniu respondentów.

Oto spis funkcji, które oferuje autorski system w ramach pozyskiwania chętnych do przeprowadzenia badań:

#### System wymiany punktów

System wymiany punktów – główny czynnik przyciągający osoby chętne do bycia uczestnikiem badania. Dzięki gromadzonym punktom mogą oni przetestować swoje projekty. System nadaje się więc zarówno dla początkujących programistów, jak i profesjonalnych firm.

Punkty zostają odjęte podczas tworzenia projektu tylko raz. Zabieg ten skłania badacza do sprawiedliwej oceny przeprowadzonego testu przez użytkownika, ponieważ wyższa ocena nie będzie wpływała zmniejszenie jego punktów.

Czynnikiem motywującym badacza do zapłaty za wykonanie testu jest to, że wygenerowane dane statystyczne będą dostępne dopiero po zapłaceniu uczestnikowi. Ten zabieg eliminuje też zbędne dane statystyczne nierzetelnie przesłanych odpowiedzi.

#### System rangi

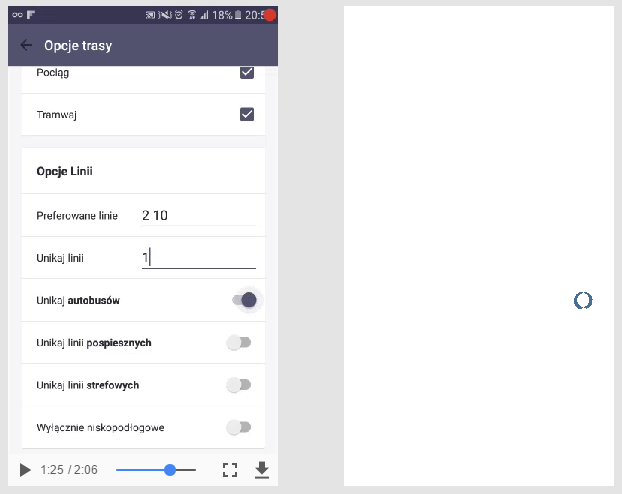
System rangi – użytkownik który wykonał rzetelne badanie i zapłatę w postaci punktów otrzymuje także zwiększenie rangi. Wyższy wskaźnik określa osobę doświadczoną i chętną do współpracy. Jest to element motywujący popularny w wielu systemach webowych i forach.

### Funkcjonalności wspomagające badaczy w zbieraniu miar z badania.

W celu poprawienia wygody i precyzji zbierania danych ilościowych i czasów poszczególnych interakcji zarejestrowanych na filmie, zaimplementowano następujące udogodnienia.

#### Podgląd achromaryczny

Jest to filtr nałożony na film w czasie rzeczywistym, którego wyjściem jest achromatyczny podgląd zmian animacji na ekranie. Ułatwia to wyśledzenie poczynań użytkownika na filmie, podczas gdy wykonuje on operacje na małym ekranie pełnym różnych obiektów, a sam ślad tapnięcia jest półprzezroczysty. Doskonale przedstawia to Rysunek 5.8, gdzie na płótnie zostaje wyświetlony jedynie obszar dynamiczny filmu.



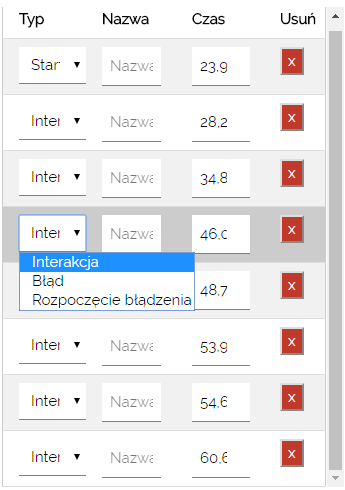
Rysunek . Przykładowy podgląd akcji w filtrze achromatycznym.

W celu uzyskania takiego efektu został stworzony następujący algorytm:

*computeFrame* = () => {  
 **this**.**ctx1**.drawImage(**this**.**video**, 0, 0, **this**.**width**, **this**.**height**);  
 **let** frame = **this**.**ctx1**.getImageData(0, 0, **this**.**width**, **this**.**height**); *//płótno kopiujące obraz z filmu* **let** l = frame.**data**.**length** / 4;  
  
 **for** (**let** i = 0; i < l; i++) {  
 *// pętla przebiegająca po współrzędnych macierzy klatki filmu* **let** ir = i \* 4;  
 **let** ig = i \* 4 + 1;  
 **let** ib = i \* 4 + 2;  
 *// przypisanie do zmiennych składowych wartości koloru pixeli rgb z klatki filmu* **if** (**typeof this**.**lastFrame** != **'undefined'** && **typeof this**.**mixFrame** != **'undefined'**) {  
 *// sprawdzenie, czy istnieje poprzednia klataka, a więc film już trwa dłużej niż 1 klatka* **this**.**mixFrame**.**data**[ir] = 0;  
 **this**.**mixFrame**.**data**[ig] = 0;  
 **this**.**mixFrame**.**data**[ib] = 0;  
 *// wyczyszczenie obrazu z płótna pomocniczego* **if** (**this**.*isSimilarTo*(**this**.**lastFrame**.**data**[ir], frame.**data**[ir])  
 && **this**.*isSimilarTo*(**this**.**lastFrame**.**data**[ig], frame.**data**[ig])  
 && **this**.*isSimilarTo*(**this**.**lastFrame**.**data**[ib], frame.**data**[ib])  
 *// prównanie składowych kolorów, czy nie różnią się znacząco od siebie  
 // return Math.abs(el1 - el2) < this.symilarRange; - gdzie symilarRange - optymalna wartość ustalona na 20* ) {  
 **this**.**mixFrame**.**data**[ir] = 255;  
 **this**.**mixFrame**.**data**[ig] = 255;  
 **this**.**mixFrame**.**data**[ib] = 255;  
 *// stworzenie maski poprzez zanegowanie koloru tam, gdzie nie występuje znacząca zmiana koloru pixela* }  
 }  
 }  
 **this**.**ctx1**.putImageData(frame, 0, 0);  
  
 **if** (**typeof this**.**lastFrame** != **'undefined'**) {  
 **this**.**ctx2**.putImageData(**this**.**lastFrame**, 0, 0);  
 **if** (**typeof this**.**mixFrame** != **'undefined'**)  
 **this**.**ctx3**.putImageData(**this**.**mixFrame**, 0, 0);  
 }  
 **this**.**mixFrame** = **this**.**lastFrame**;  
 **this**.**lastFrame** = frame;  
 *// przypisanie klatek docelowym płótnom, tak aby aktualna klatka z maską została wyświetlona, a aktualna stała się poprzednią* **return**;  
 *// kontynuowanie pętli*};

#### Stoper akcji

Stoper akcji - funkcja stopera umożliwiająca automatyczne stworzenie listy akcji lub błędów użytkownika, pozwalająca na natychmiastową edycje (typ akcji, nazwa akcji, czas). Nowa akcja dodawana jest wraz z zatrzymaniem filmu. Nazwa jest dowolnym tagiem, wpisanym przez użytkownika. Rysunek 5.9 przedstawia wygląd tej funkcjonalności.



Rysunek . Stoper Akcji.

Typy akcji dostępne do wyboru w liście to

* start - jest to akcja od której zaczyna być mierzony czas zadania.
* interakcja – oznacza wszystkie zdefiniowane przez badacza interakcje użytkownika, które chce włączyć do statystyk.
* niepoprawna akcja – błędy użytkownika zdefiniowane przez badacza, których ilość także jest zliczana w obrębie zadania.
* początek błądzenia – od tego momentu zliczany jest czas, przez który użytkownik błądzi w systemie szukając rozwiązania problemu
* koniec błądzenia – zatrzymuje licznik błądzenia.
* stop – koniec mierzenia czasu, moment zakończenia zadania i wyświetleniu wyników na ekranie.

Gdzie założono następujące ograniczenia:

* start – można użyć tylko raz, musi być na pierwszej pozycji listy.
* początek błądzenia – można użyć tylko, gdy zakończone jest poprzednie błądzenie. Ilość akcji tego typu musi być równa ilości końca błądzenia.
* koniec błądzenia – dostępne tylko w przypadku, gdy aktywne jest błądzenie uczestnika. Ilość tej akcji musi być równa ilości akcji początku błądzenia.
* stop - można użyć tylko raz, jako ostatnią akcję. Po użyciu niemożliwe jest dodawanie kolejnych akcji.

### Funkcjonalności wspomagające badacza w zbieraniu i analizie danych.

Jako funkcjonalności wyręczające badacza w gromadzeniu i wyświetlaniu danych wynikających z badania, zostały opracowane następujące możliwości.

#### Profil użytkownika

Pozwala na uzupełnienie swojego konta o informacje personalne, takie jak wiek, płeć, wykształcenie i język, jakim się posługuje w systemie. Dodano również pytanie o częstotliwość używania aplikacji mobilnych, oraz o liczbę lat doświadczenia z nimi. Mimo automatyzacji procesu wykonywania badań pozostawiono możliwość kontaktu z innymi użytkownikami za pomocą wiadomości e-mail.

#### Dodawanie projektu

W tym miejscu systemu badacz tworzy nowe badanie, gdzie zamieszcza warunki i instrukcje zadań do przeprowadzenia w aplikacji, dodaje aplikacje na serwer i umieszcza link do ankiety. Wszystko znajduje się w jednym miejscu, więc jest jasne i czytelne dla osób badanych. Podczas tworzenia projektu można też włączyć gwiazdkową ocenę oznaczoną dowolnym tytułem oraz pole opisu tekstowego widoczne i dostępne do uzupełnienia dla badających przy każdym odpowiadanym kroku (zadaniu).

#### Odpowiadanie na projekt

Respondenci mają wgląd w czytelną instrukcję zawierającą zadania do wykonania w ramach badania projektu oraz wszystkie potrzebne im odnośniki do pobrania aplikacji lub otwarcia ankiety. W tym miejscu mogą wybrać zadanie i wgrać filmy z pamięci urządzenia, lub bezpośrednio z serwera np. Lookbacka. To tutaj dostępna jest ocena zadania i możliwość skomentowania, jeżeli opcja została włączona. Istnieje możliwość pobrania treści opisu oraz wszystkich zadań za pomocą przycisku „pobierz”.

#### Detale projektu

Znajduje się tam lista odpowiedzi respondentów oraz kołowe wykresy statystyczne informujące badacza na temat ich wieku, płci, wykształcenia, języka oraz informacji na temat używania aplikacji mobilnych. Na podstawie zebranych danych z wszystkich odpowiedzi, które zostały opłacone są generowane także następujące wykresy:

* Dla efektywności:
  + Całkowity binarny wskaźnik efektywności – jako udział prób ukończonych pomyślnie i niepomyślnie.
  + Binarny wskaźnik efektywności w obrębie zadania – przedstawienie procentowe ukończonych pomyślnie prób w ramach zadania.
* Dla wydajności i błędów:
  + Akcje – liczba poszczególnych interakcji.
  + Błędy – liczba interakcji oznaczonych jako błędne.
  + Czasy – czas wykonywania zadania.
  + Czasy błądzenia – suma czasów oznaczonych jako błądzenie.
  + Udział czasu błądzenia w czasie całkowitym – wykaz procentowy.
  + Statystyki tych miar w obrębie poszczególnych zadań.
  + Średnie wyżej wymienionych statystyk w ramach projektu.
* Dla nauczalności lub satysfakcji:
  + Ocena – wartości poszczególnych zadań.
  + Ocena całościowa – jako wykres procentowy przedstawiający wszystkie oceny typu gwiazdki w projekcie.
  + Statystyki wyżej wymienionych miar.
* Dla obciążenia poznawczego został stworzony suwak, którym można podzielić odpowiedzi na dwie grupy i wygenerować wykresy porównawcze dla:
  + Całkowity binarny wskaźnik efektywności
  + Akcje - średnia
  + Błędy – średnia
  + Czasy – średnia
  + Czasy błądzenia - średnia

System generuje także możliwe do pobrania dane w formacie pliku JSON.

### F**unkcjonalność ulepszająca metodologię prowadzenia badań.**

Aplikacja wspiera także cel poprawienia jakości przeprowadzania zdalnych badań użyteczności natywnych aplikacji mobilnych. Realizuje to poprzez system rangi projektu.

#### System rangi projektu

Dzięki publicznemu podglądowi dodanych przez innych projektów i możliwości sortowania np. po ilościach odpowiedzi, dostępna jest baza danych, która umożliwia wzorowanie się na twórcach tych najlepiej przeprowadzonych badaniach.

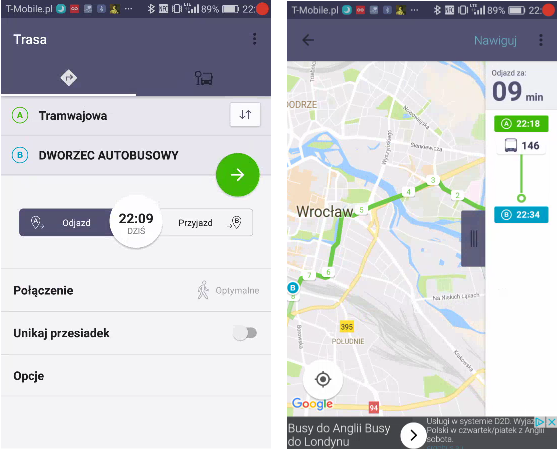
# Aplikacja wybrana do przeprowadzenia badania

Rozdział opisuje uzasadnienie wyboru aplikacji do przeprowadzenia badań ze wsparciem autorskiego oprogramowania. Następnie przedstawiony jest opis funkcjonalności aplikacji, przy pomocy którego stworzony zostanie scenariusz użycia do przeprowadzonych nad nią badań.

## Uzasadnienie wyboru

Na przedmiot badań została wybrana aplikacja „Jakdojadę”. Na korzyść tego wyboru przemawiała liczna funkcjonalność produktu oraz prosto określona grupa docelowa. Wpłynęło na to też możliwość wykonania zadań w warunkach naturalnych dla użytkowników tego typu aplikacji, czyli środowiska miejskiego. Interfejs aplikacji przedstawia Rysunek 6.1.

Ze względu na największą popularność systemu Android, a także możliwość nagrywania filmów pokazujących interakcje użytkownika działającej od wersji 5.0 Lollipop została wybrana do testów aplikacja przeznaczona dla tego systemu. Dzięki temu Uczestnicy badania posiadający smartfon z 2015 roku lub nowszy, mogą przeprowadzić czynności i nagrywać je na własnym urządzeniu.



Rysunek . Interfejs aplikacji Jakdojadę

## Opis funkcjonalności

Zgodnie z opisem znajdującym się w sklepie internetowym produktu, aplikacja pozwala na uzyskanie szybkiego i wygodnego dostępu do:

* najdokładniejszej wyszukiwarki połączeń dla transportu publicznego
* aktualnych rozkładów jazdy popularnych firm jak MPK, MZK, PKP PR, ZTM, SKM.
* nawigacji GPS dla komunikacji miejskiej.

Ponadto rozkłady zapisanych przystanków są dostępne offline i w wybranych miastach informuje o rzeczywistym położeniu pojazdów [25].

W aplikacji zostaną przetestowane następujące przypadki użycia:

* Wyznaczenie tras przejazdów komunikacji miejskiej z własnej pozycji (geolokalizacja) lub pomiędzy dwoma punktami na mieście.
* Przegląd historii ostatnio wybieranych tras
* Ustawienie parametrów trasy
* Sprawdzenie tabliczek rozkładowych
* Zapisywanie i usuwanie rozkładów
* Inne ustawienia, np. zmiana miasta

# Badanie użyteczności za pomocą narzędzia

Rozdział przedstawia plan badań wybranej natywnej aplikacji mobilnej za pomocą narzędzia, stworzonego na potrzeby pracy dyplomowej. Zawiera opis metodologii przeprowadzenia badań oraz miary które były zbierane. Na koniec zostaną zaprezentowane wyniki zebrane w trakcie badania i ich analiza w kontekście pomocy oprogramowania wspomagającego badanie.

## Plan badań użyteczności

W tym podrozdziale jest przedstawiony cel badań użyteczności, wybrany sposób i metodyka przeprowadzenia badań. Następnie opisane są użyte charakterystyki oraz wybrane miary badań użyteczności dla natywnej aplikacji. Został scharakteryzowany profil uczestników badania oraz sprzęt i oprogramowanie użyte do niego.

### Cel badań

Celem przeprowadzonych badań użyteczności wybranej aplikacji i opracowania wyników jest ocena merytoryczna przydatności stworzonego narzędzia i jego funkcjonalności. Zostało sprawdzone na jakie charakterystyki oprogramowanie jest wyczulone i jakie miary pomaga zebrać podczas badania standardowej natywnej aplikacji mobilnej.

### Charakterystyki

Największy wpływ na model użyteczności zaprojektowanego interfejsu miał model użyteczności PACMAD, który powstał z połączenia dwóch innych modeli: Nielsena oraz standardu IDO-9241.

Z pośród modelu [5] wybrano następujące charakterystyki:

* Efektywność - jako zdolność użytkownika do ukończenia zadania w ustalonym zakresie. Najczęściej jest mierzona jako ocena czy uczestnicy są w stanie zakończyć określony zestaw zadań.
* Wydajność - zdolność użytkownika do ukończenia zadania z szybkością i dokładnością.
* Błędy – jednym z najważniejszych czynników badania jest znalezienie listy błędów najczęściej popełnianych przez użytkownika. Obszary problematyczne powinny być poprawiane tak, aby zmniejszyć częstotliwość popełnianych w danym momencie błędów.
* Satysfakcja - mierzalny najczęściej za pomocą ankiet poziom komfortu i przyjemności użytkownika wynikający z korzystania z oprogramowania.
* Nauczalność - jako łatwość, z jaką użytkownik może nabyć biegłość w użytkowaniu aplikacji.
* Obciążenie poznawcze – z racji przeznaczenia urządzeń mobilnych do używania także podczas wykonywania innych czynności warto zbadać wpływ czynników rozpraszających na skuteczne używanie aplikacji.

Z powodów ograniczeń czasowych pominięte zostało badanie zapamiętywalności.

### Miary

W chwili zakończenia badania przez ostatniego z uczestników, wszystkie potrzebne dane były już na serwerze narzędzia wspomagającego. Są to filmiki nagrane przez uczestników, ich komentarze i oceny, oraz wypełnione ankiety. Należało jedynie zmierzyć czasy i zanotować interakcje aby wyodrębnić z nich badane miary.

Dane jakościowe to:

* Lista podejrzanych błędów, wychwyconych w komentarzach badacza oraz respondentów. które przytrafiły się uczestnikom, czyli bez tych, które zdarzyły się uczestnikom sporadycznie poprzez chaotyczne korzystanie z aplikacji. Może wskazywać na poważne błędy w intuicyjności struktury aplikacji..
* Ankieta poziomu satysfakcji.
* Oznaczenia tagów interakcji przez badacza jako komentarze.

Wyodrębnione dane ilościowe to:

* Poprawność i kompletność wykonania zadania, oceniana w sposób binarny.
* Czas wykonania zadania, rozpoczynający się od uruchomienia aplikacji, i kończący podczas wykonania ostatniego punktu z ramach danego kroku.
* Liczba akcji nawigacyjnych – za pomocą tagów i podglądu achromatycznego zostały wyodrębnione i zliczone interakcje typowe dla użytkownika smartfona podczas wykonywania zadania takie jak:
  + Stuknięcia (ang. taps).
  + Przesunięcia (ang. swipes).
  + Wybieranie pól formularzy
  + Zatwierdzanie pól formularzy
* Czas błądzenia wyodrębniony za pomocą typów akcji. Jest to czas spędzony na czynnościach nie przybliżających go do ukończenia zadania.
* Liczba popełnionych błędów w czasie wykonywania zadania. Zaliczono do nich:
  + Pomyłka podczas podawania danych lub zatwierdzenie formularza z niepoprawnymi błędami
  + Przejście do zakładki, która nie przybliżała uczestnika do ukończenia zadania.
  + Przewinięcie ekranu poza zakres, w którym znajduje się widoczne rozwiązanie.
* Ocena nauczalności wykonania zadania, jako pięciogwiazdkowa forma wykazania swojego osobistego odczucia na temat przyswojenia biegłości obsługiwania danej czynności.
* Oceny satysfakcji użytkowników wykazane w załączonej ankiecie.

Popularne miary tego typu bada z których zrezygnowano i przyczyny:

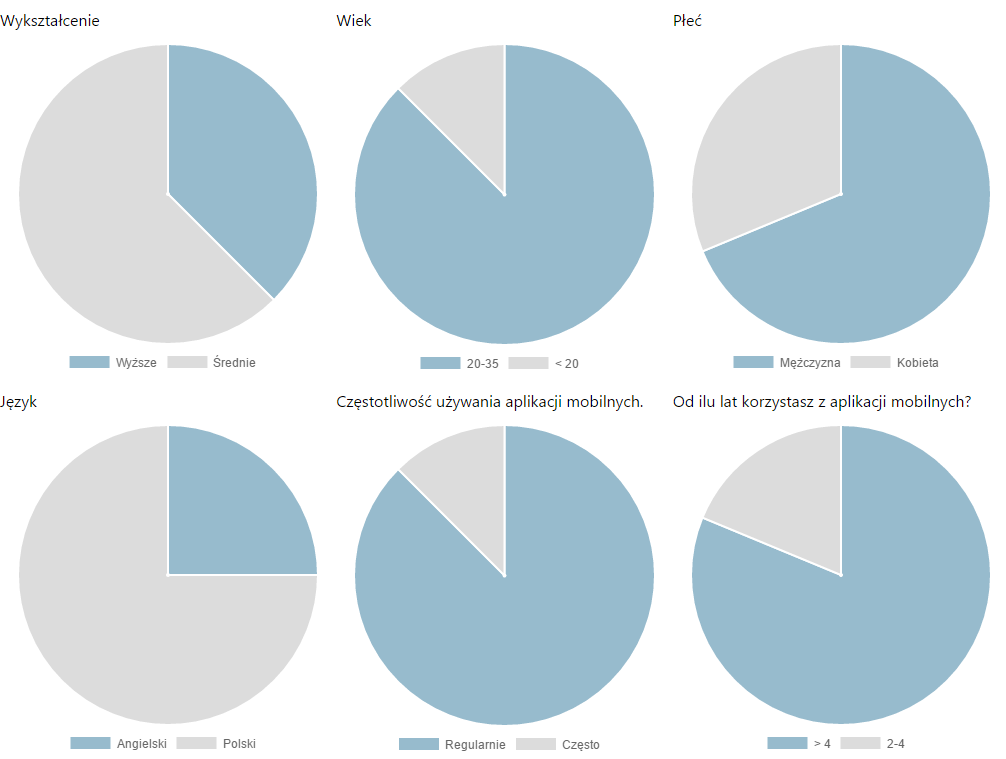
* Przy efektywności zrezygnowano z liczby pytań o pomoc, ponieważ badanie przeprowadzane jest zdalnie, w dogodnym dla osób testujących czasie i miejscu.
* W charakterystyce wydajności możliwe jest ręczne porównanie z czasem eksperta, którego nie zatrudniono z powodu badania wybranej aplikacji ze sklepu, a nie autorskiej. Oznacza to, że dodatkowe wyniki badań nie są konieczne, ponieważ i tak nie spowodują wprowadzenia poprawek w aplikacji. Należy jednak wskazać brak dodatkowego wsparcia badacza w narzędziu wspomagającym odnośnie porównywaniu czasów z eksperckimi.
* Dla nauczalności zrezygnowano z porównywania czasów wykonywania zadania z powodu wykonywania go tylko raz przez każdą grupę badawczą.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Charakterystyka | Miara | Opis | Narzędzie wspomagające |
| Efektywność | Procent [%] | Procent użytkowników, którzy całkowicie ukończyli zadanie. | Lookback  Oznaczenie zadania |
| Wydajność | Czas [s] | Czas wykonania zadania | Lookback, Podgląd achromatyczny, Stoper akcji |
| Nawigacja [j] | Liczba interakcji potrzebnych użytych do nawigacji w celu wykonania zadania |
| Czas naprawy błędów [s] | Czas potrzebny uczestnikowi na przywrócenie aplikacji do stanu, w której może kontynuować wykonywanie zadania. |
| Błędy | Błąd [j] | Liczba popełnionych błędów w czasie zadania | Lookback, Podgląd achromatyczny, Stoper akcji |
| Stały błąd [j] | Liczba powtarzających się błędów wśród uczestników w czasie wykonywania danego zadania. |
| Procent [%] | Procent użytkowników wykonujących zadanie bezbłędnie |
| Nauczalność | Ocena łatwości  {1-5} | Subiektywny stopień łatwości opanowania danego zadania wystawiony przez osobę badaną. | Wbudowane ocenianie |
| Satysfakcja | SUS [j] | Subiektywna ocena satysfakcji na podstawie ankiety | eSurvey Creator |
| Obciążenie poznawcze | Stosunek czasów [s/s] | Stosunek średniego czasu wykonania zadania w komfortowych warunkach do średniego czasu wykonania zadania w warunkach nie pozbawionych czynników rozpraszających. | Wbudowany mechanizm porównywania. |
| SUS [j] | Subiektywna ocena wpływu czynników zewnętrznych na łatwość korzystania z aplikacji. | eSurvey Creator |

### Uczestnicy

Docelowa grupa badawcza jest to zespół młodych ludzi posługujących się na co dzień aplikacją „Jakdojadę”. Komunikacja miejska jest najczęściej używana przez uczniów i studentów , oraz osoby starsze, które jednak w nieznacznym stopniu korzystają z nowinek technologicznych, jakimi są aplikacje na smartfony. Uczestnikami badania jest szesnastu studentów: polskojęzycznych i anglojęzycznych, którzy zostaną podzieleni na dwie grupy. Jedna, jako wybierająca się dopiero w podróż – siedzi w domowym zaciszu, druga będąca w trakcie ruchu po centrum miasta – przemieszcza się i sprawdza wybraną trasę.

Na podstawie profili użytkowników uzupełnionych przez uczestników przed rozpoczęciem badań zostały ustalone następujące informacje dotyczące uczestników tego badania. Przedstawia je rysunek 7.1.



Rysunek . Dane dotyczące uczestników badania.

### Środowisko

Dzięki możliwości zbierania danych w naturalnym środowisku użytkownika można zweryfikować jak bardzo ruch miejski wpływa na intuicyjność obsługi aplikacji. Dzięki nagraniu z przedniej kamery podczas wykonywanych czynność lub mikrofonowi, zostaje otrzymane potwierdzenie, że użytkownik rzeczywiście wykonuje zadanie w wyznaczonych mu warunkach.

### Scenariusz badań

Podczas przystąpienia do badań, został opracowany uniwersalny scenariusz, według którego można zbadać zdalnie użyteczność dowolnej natywnej aplikacji mobilnej, a także każdej innej, w której istnieje możliwość rejestracji wideo poczynań uczestnika. To wszystko za pomocą opracowanego w ramach tej pracy dyplomowej autorskiego narzędzia. Scenariusz wygląda następująco:

1. Założenie konta na stronie webowej Respondent Broker.
2. Uzupełnienie swojego profilu o brakujące dane.
3. W zależności od posiadanej ilości punktów:
   1. W przypadku braku odpowiedniej ilości punktów, potrzebnych by znaleźć chętnych do przeprowadzenia badania należy je zdobyć. Odbywa się to poprzez bycie uczestnikiem badania użyteczności czyjejś aplikacji i przesłaniu wygenerowanych danych i subiektywnych ocen, wtedy ta osoba przyznaje nam punkty za dobrze wykonane zadanie.
   2. Jeżeli konto użytkownika zawiera odpowiednią w jego ocenie ilość punktów, aby znaleźć chętnych do przeprowadzenia badania można stworzyć nowy projekt.
4. Stworzenie nowego projektu i uzupełnienie go o:
   1. Tytuł.
   2. Warunki, instrukcje i spis zadań do wykonania.
   3. Plik instalacyjny aplikacji.
   4. Link do przygotowanej ankiety.
   5. Zakres punktów możliwy do przyznania uczestnikom, gdzie maksymalna kwota nie może być większa niż liczba punktów posiadanych przez użytkownika.
   6. Ustawienia konfiguracyjne dodatkowych parametrów mogących się przydać w badaniu jak włączenie komentarza czy oceny dla zadania.
5. Po odpowiedzeniu przez zadowalającą liczbę respondentów – przejrzenie odpowiedzi wygenerowanie czasów interakcji.
6. Opracowanie wyników w oparciu o wygenerowane dane.
7. Przyznanie punktów użytkownikom za poświęcony czas.

### Instrukcje i zadania do wykonania

W tym podrozdziale jest zamieszczona instrukcja dla użytkowników, która została umieszczona w serwisie, do którego wszyscy uczestnicy mieli dostęp podczas przeprowadzania badania.

Tytuł: Jakdojadę dla systemu Android

Zadanie przeznaczone jest dla dwóch grup ochotników będących aktualnie we Wrocławiu:

* Stacjonarni – przebywający w domowym zaciszu, niepodatni na żadne zakłócenia i czynniki rozpraszające. Osoby takie nagrywają swoją aktywność zgodnie z poniżej zamieszczoną instrukcją. Dla tej grupy osób przewidziana jest nagroda w postaci minimum 7 punktów za wykonanie kompletu zadań.
* Mobilni – użytkownicy poruszający się po mieście pieszo lub poprzez korzystanie z komunikacji miejskiej. Ze względu na potrzebę weryfikacji rzeczywistych warunków, proszę uczestników o nagrywanie aktywności wraz z rejestracją wideo przedniej kamery urządzenia. Zamieszczane wideo powinno więc być wygenerowane z serwisu Lookback jako „Combined Video”. Rzetelnie wykonujące zadania osoby z tej grupy zostaną nagrodzone 10 punktami.

Warunki:

* Każde wykonane zadanie powinno być zarejestrowane jako osobny film.
* Jako komentarz filmu proszę wpisać typ użytkownika (S – stacjonarny, M – mobilny).
* Każde zadanie zaczyna się od otwarcia głównej aktywności aplikacji, czyli najlepiej zamknąć i uruchomić aplikację od nowa. Dopiero wtedy zacząć nagrywanie. Zakończenie nagrania powinno nastąpić po upewnieniu się, że zadanie zostało zakończone tak, jak przewidział badacz, lub użytkownik nie jest w stanie ukończyć zadania z powodu trudności obsługi aplikacji i zbyt długim błądzeniu.
* W pięciogwiazdkowej skali należy zaznaczyć stopień osobistego odczucia na temat przyswojenia biegłości obsługiwania danej czynności.
* Jako komentarz proszę uwzględnić także sugestie odnośnie jakości i ewentualnej poprawy testowanej funkcjonalności, jeśli takie się nasunęły podczas jej używania.
* Proszę uzupełnić zamieszczoną ankietę i podpisać ją swoim adresem email jako identyfikatorem

Zadania do wykonania:

1. Wyznacz trasę najbliższego odjazdu z własnej pozycji do „Dworzec PKS Wrocław Główny” i podejrzyj na mapie.
2. Pokaż odjazdy z trasy „pl. Strzegomski” do „Poczta Główna” (Wrocław) ustawiając następujące parametry:
   1. Odjazd, data i godzina: Jutro 19:50
   2. Połączenie: wygodne
   3. Unikaj przesiadek: tak
3. Wejdź do „Ostatnio wyszukiwane trasy” i wybierz ostatnio wyszukiwaną trasę.  
   Następnie wybierz Opcje i ustaw parametry:
   1. Pojazdy: Pociąg i Tramwaj
   2. Preferowane linie: 2, 10
   3. Unikaj linii:1
   4. Unikaj autobusów: tak
   5. Przewoźnicy: wszyscy oprócz Bus Marco Polo
   6. Minimalny czas na przesiadkę: 5 minut

Na koniec zamień stację wyjazdu ze stacją docelową i pokaż odjazdy.

1. Sprawdź rozkład jazdy dla tramwajów linii 2, przystanek Tramwajowa w stronę Krzyki. Wybierz rozkład dla „Jutro”. Dodaj rozkład do zapisanych!
2. Sprawdź rozkład autobusów nocnych linii 250 z najbliższego przystanku w kierunku Dworzec Nadodrze. Dodaj go do ulubionych. Następnie odnajdź ten rozkład w zapisanych i usuń go.
3. W ustawieniach zmień miasto na Warszawa, zaznacz Pokazuj mapy od razu.

Instrukcję do wykonania dla uczestników anglojęzycznych przedstawia Załącznik nr. 3.

## Wyniki i analiza statystyczna

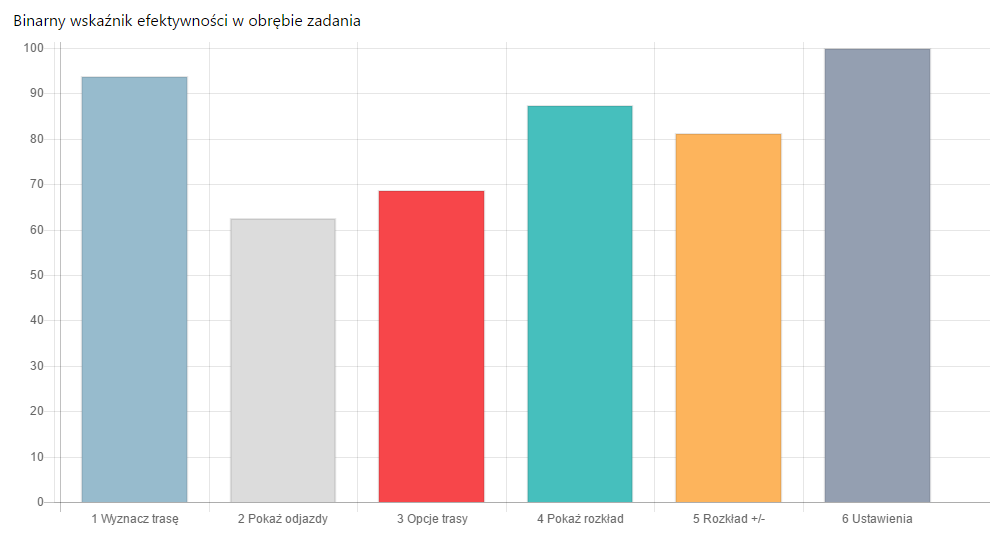
Gdy uczestnicy przesłali swoje odpowiedzi w formie plików wideo, wraz z oceną nauczalności zadania pojawiły się one w systemie. Umożliwiło to skorzystanie z achromatycznego podglądu oraz stopera akcji dla każdego z filmów. Po zakończeniu obu serii badań i oznaczeniu wszystkich interakcji, zapłacono uczestnikom deklarowaną ilość punktów za rzetelnie przeprowadzone zadania. Dane uczestników zostały dołączone do reszty odpowiedzi i wykresy zostały zaktualizowane. Podrozdział przedstawia dane oraz wykresy wygenerowane przez system dla poszczególnych cech aplikacji.

### Efektywność

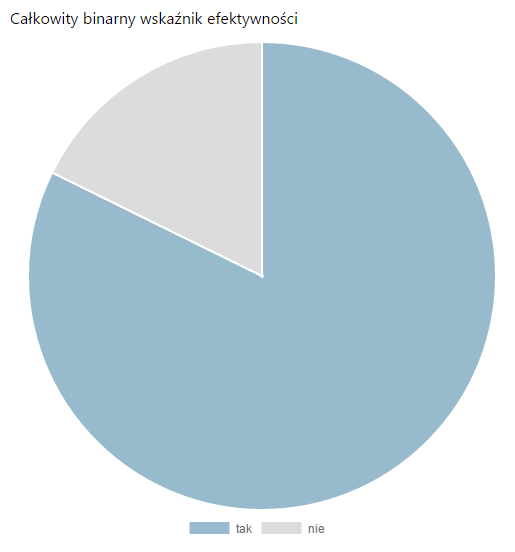
Jedną z miar efektywności jest binarny wskaźnik efektywności [46]. Jest to liczba zadań wykonanych przez respondentów poprawnie w stosunku do wszystkich odpowiedzi na to zadanie.

Poniżej przedstawione są wyniki badania efektywności w obrębie każdego zadania (Rysunek 7.1.) oraz podsumowujące cały projekt (Rysunek 7.2). Wykresy oznaczają procent odpowiedzi, które zostały uznane za poprawne i kompletne. Jedynym czynnikiem który to oznacza jest zakończenie zadania z pożądanym wynikiem, a droga, którą przeszedł użytkownik w celu uzyskania tego rezultatu nie wpływa na wynik.

Wykresy zostały wygenerowane na podstawie informacji zwrotnej badacza na temat filmu, czy oznaczył odpowiedź jako poprawną i kompletną. Najwięcej problemów sprawiało uczestnikom zadanie 2 dotyczące wyznaczeniu trasy pomiędzy dwoma przystankami. Najczęściej problemy powodowało automatyczne podmienienie formularza przez lokalizację pobraną sieci w momencie, którego uczestnik nie był świadomy. Następnie kontynuował zadanie poprzez wyznaczenie trasy pomiędzy własną pozycją a zadanym punktem.



Rysunek . Binarny wskaźnik efektywności w obrębie zadania.



Rysunek . Całkowity binarny wskaźnik efektywności

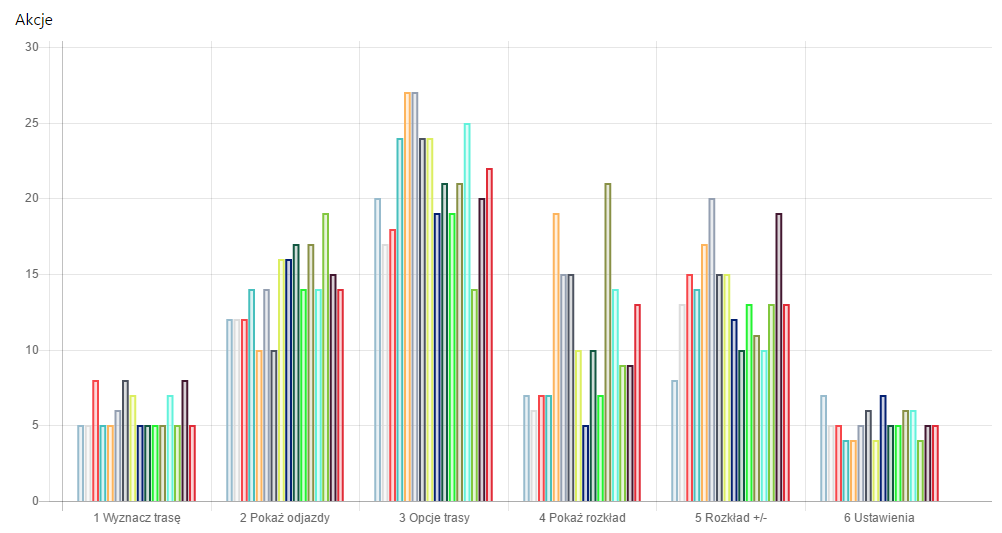
### Wydajność i błędy

Dla cech wydajności i popełnianych błędów zostały przygotowane wykresy przedstawiające zebrane miary i wygenerowane statystyki dla

* akcji – elementów nawigacyjnych,
* błędów,
* czasów,
* czasów błądzenia
* udziału czasu błądzenia w czasie.

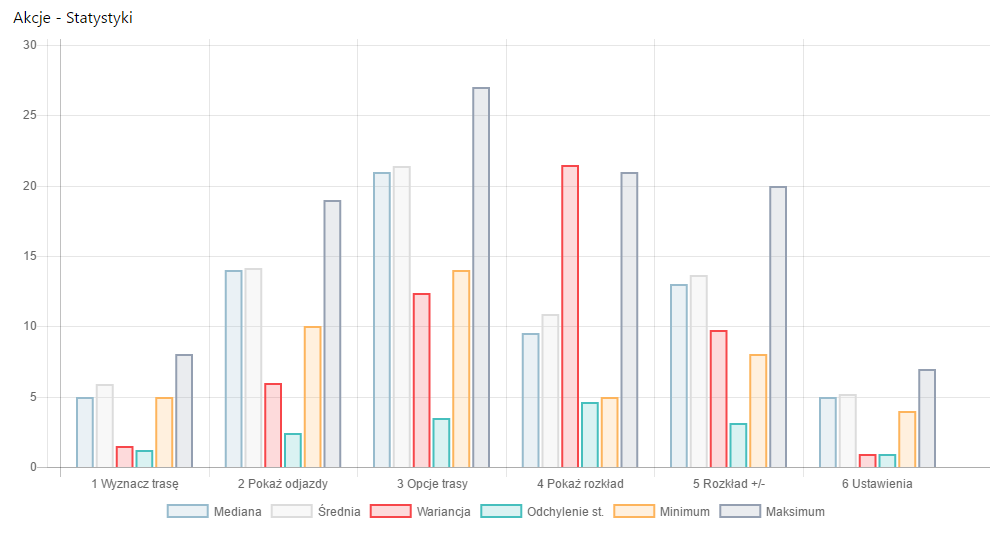
#### Akcje

Jedną z miar zebranych podczas wykonywania testów użyteczności jest liczba użytych elementów nawigacyjnych, takich jak tapnięcie i przesunięcie. Wybranie pola formularza było jedną interakcją, odznaczenie go lub przejście do kolejnego – kolejną. Wygenerowany został wykres akcji (Rysunek 7.3) przedstawiający liczbę elementów nawigacyjnych użytych przez poszczególnych uczestników w każdym zadaniu.



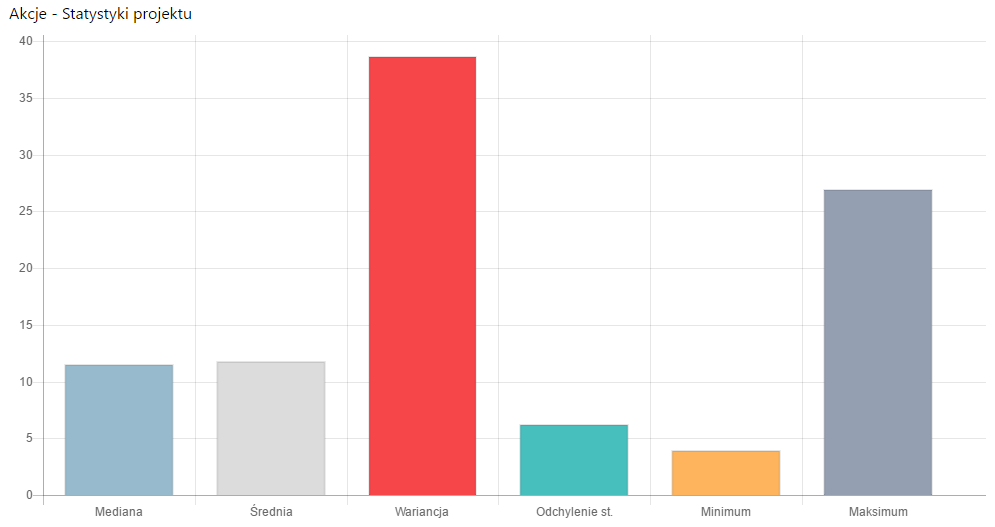
Rysunek . Liczba interakcji uczestników w poszczególnych zadaniach.

Następnym wykresem dotyczącym elementów nawigacyjnych dla poszczególnych zadań jest statystyka akcji, którą przedstawia rysunek 7.4. Obejmuje medianę, średnią, wariancję, odchylenie standardowe, wartość minimalną i maksymalną dla wszystkich prób w kontekście każdego zadania.



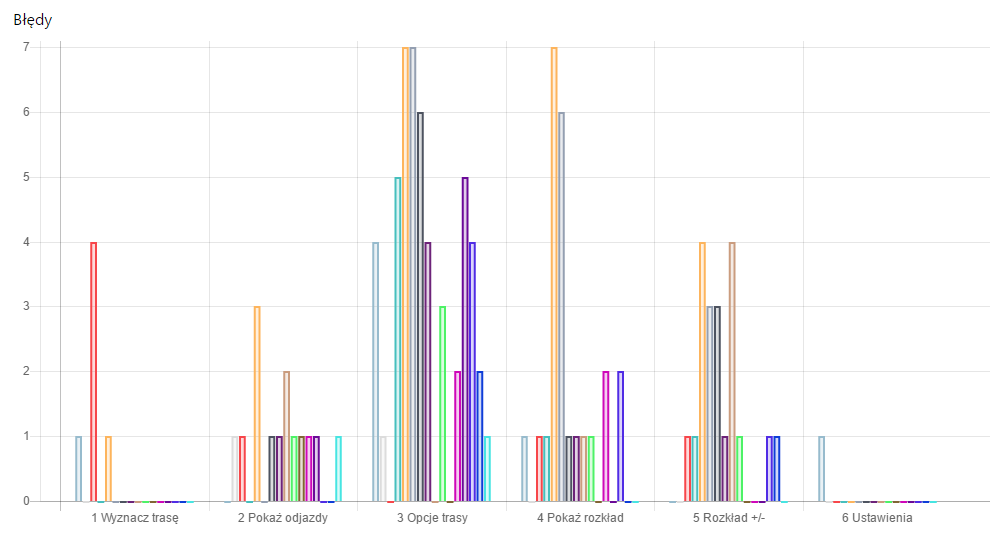
Rysunek . Statystyki dla liczby interakcji uczestników w poszczególnych zadaniach.

Wykres podsumowujący cały projekt odnośnie statystyki liczby akcji nawigacyjnych przedstawia rysunek 7.6. Uczestnicy potrzebowali średnio niecałych 12 interakcji by wykonać zadania.



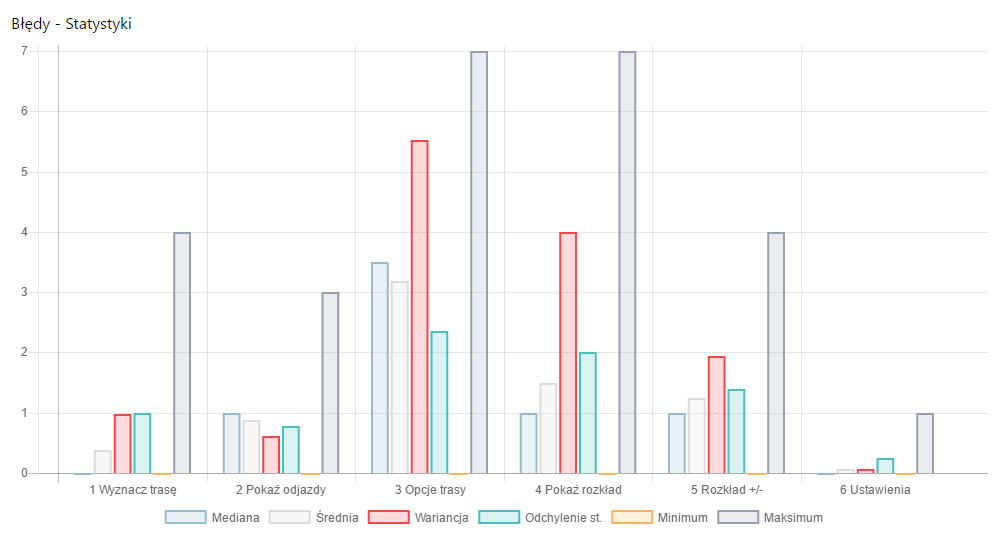
Rysunek . Statystyka liczby interakcji uczestników w całym projekcie.

Następną ważną miarą wydajności jest liczba popełnionych błędów przez uczestników. Wykres błędów (Rysunek 7.7) obrazuje liczbę popełnionych błędów w poszczególnych zadaniach.



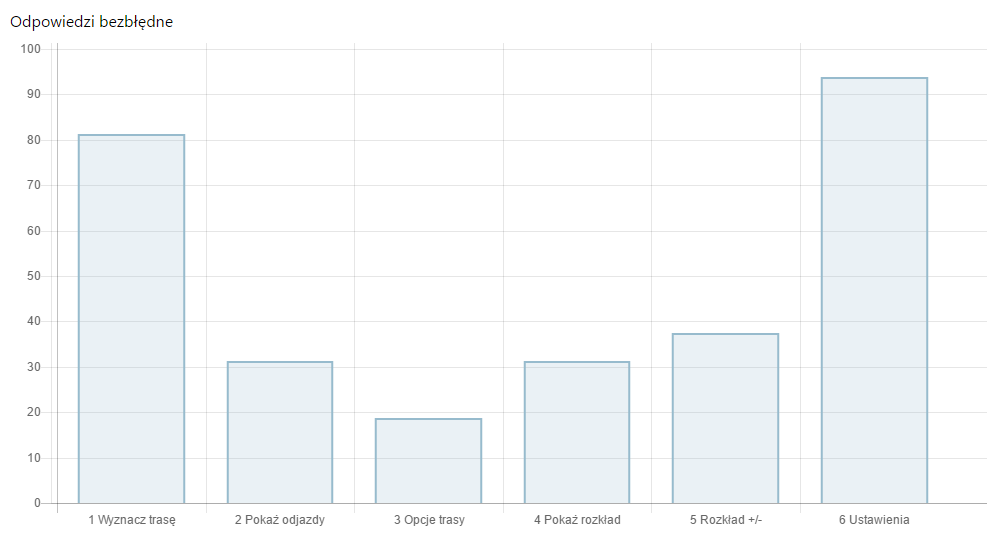
Rysunek . Liczba błędów uczestników w poszczególnych zadaniach.

Rysunek 7.8 przedstawia statystyki dla popełnionych błędów. Najwięcej błędów popełniono w zadaniu 3 - podczas konfigurowania opcji trasy, najmniej przy zadaniu 6 - zmianie ustawień.



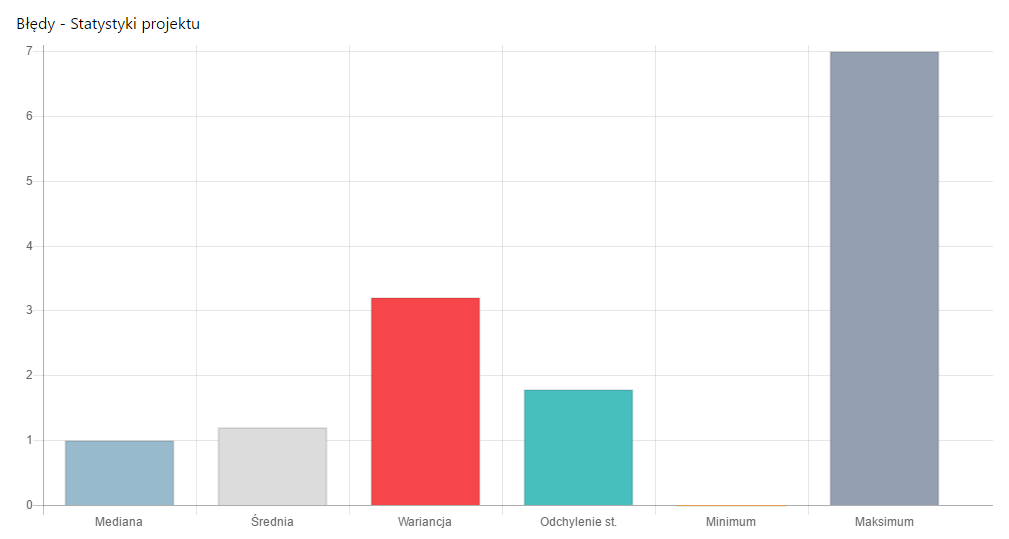
Rysunek . Statystyki dla liczby błędów uczestników w poszczególnych zadaniach.

Kolejną zebraną miarą dotyczącą popełnianych błędów jest procent odpowiedzi bezbłędnych dotyczących zadania. Obrazuje to wykres przedstawiony na rysunku 7.9.



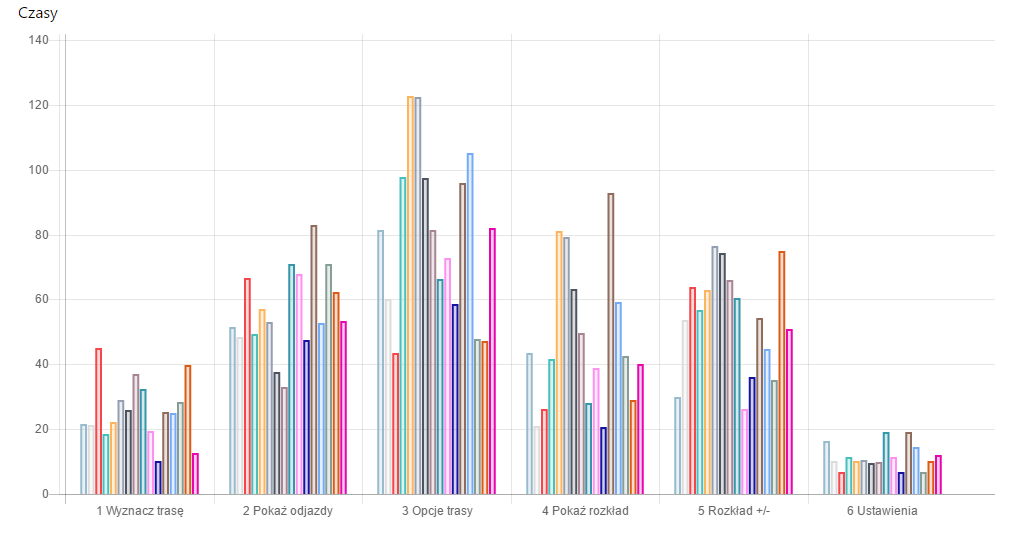
Rysunek . Procent odpowiedzi wykonanych bez błędu.

Ostatni wykres (Rysunek 7.10) przedstawia statystyki popełnionych błędów w obrębie całego projektu.



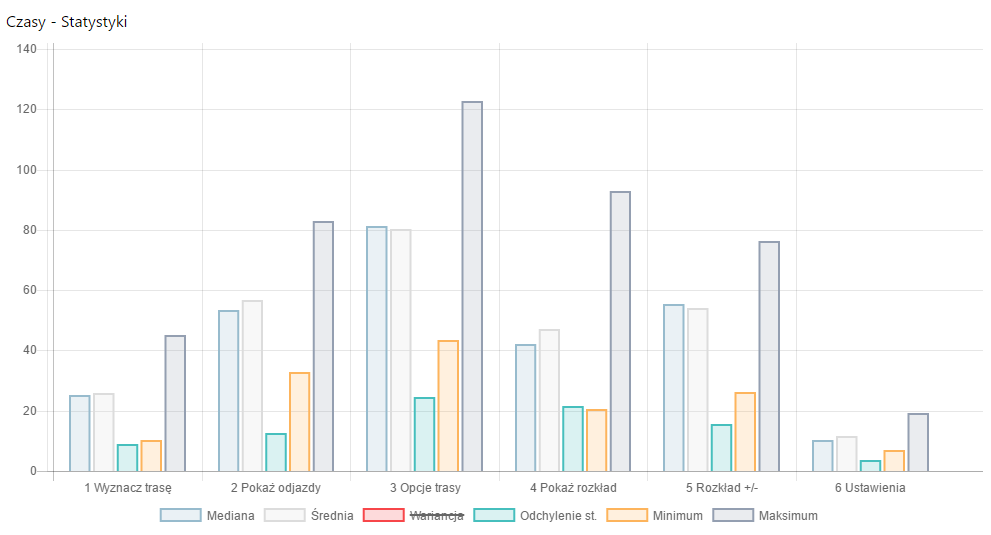
Rysunek . Statystyka liczby wykonanych błędów w całym projekcie.

Następną badaną miarą są czasy wykonywanych zadań. Wykres zbiorczy wszystkich prób przedstawia Rysunek 7.11.

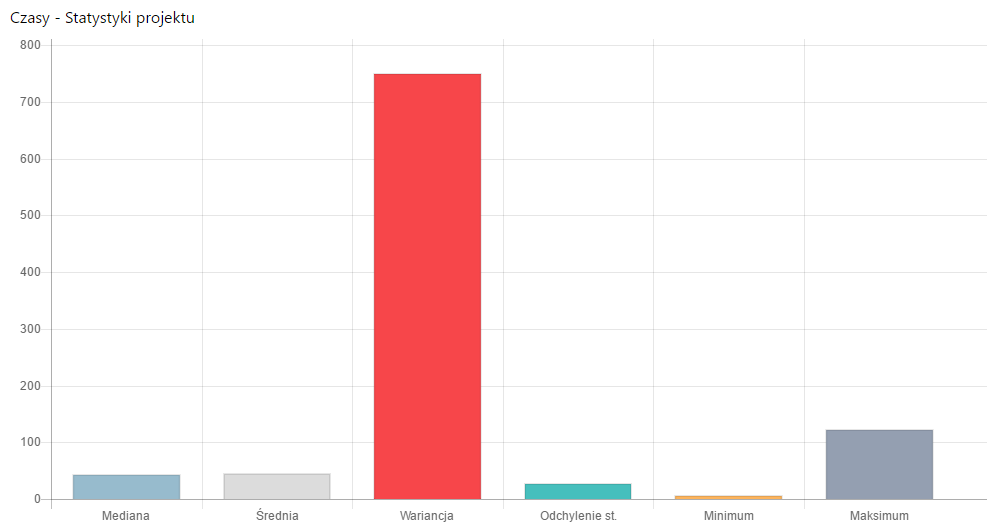


Rysunek . Czasy wykonywania zadań przez uczestników.

Statystyki dla czasów w ramach zadania przedstawia rysunek 7.12. Dla statystyk czasów zrezygnowano z wyświetlenia wariancji, ponieważ były to wysokie, redundantne wartości i negatywnie wpływały na czytelność wykresu. Statystyki czasu podsumowujące cały projekt przedstawia rysunek 7.13.

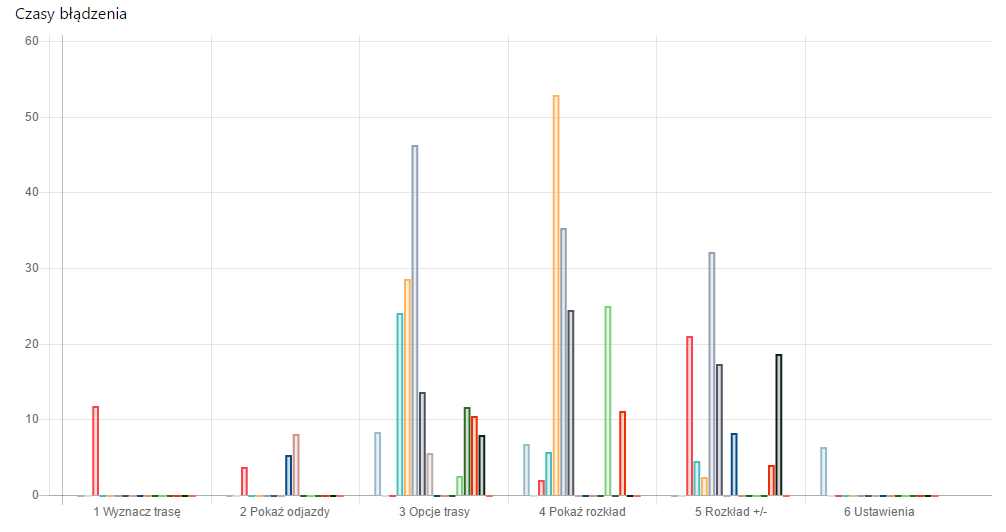


Rysunek . Statystyka czasów wykonywania zadań przez uczestników.

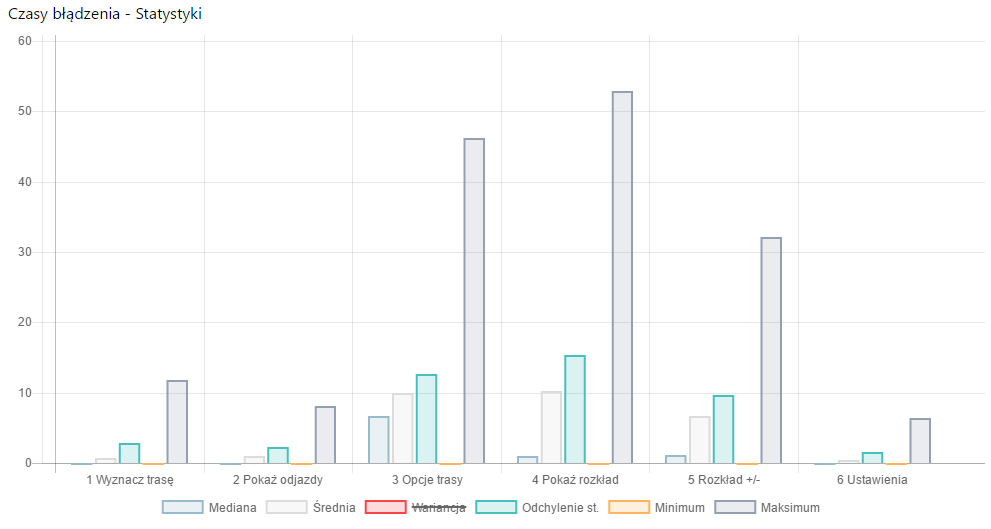


Rysunek . Statystyka czasów wykonywania zadań przez uczestników w całym projekcie.

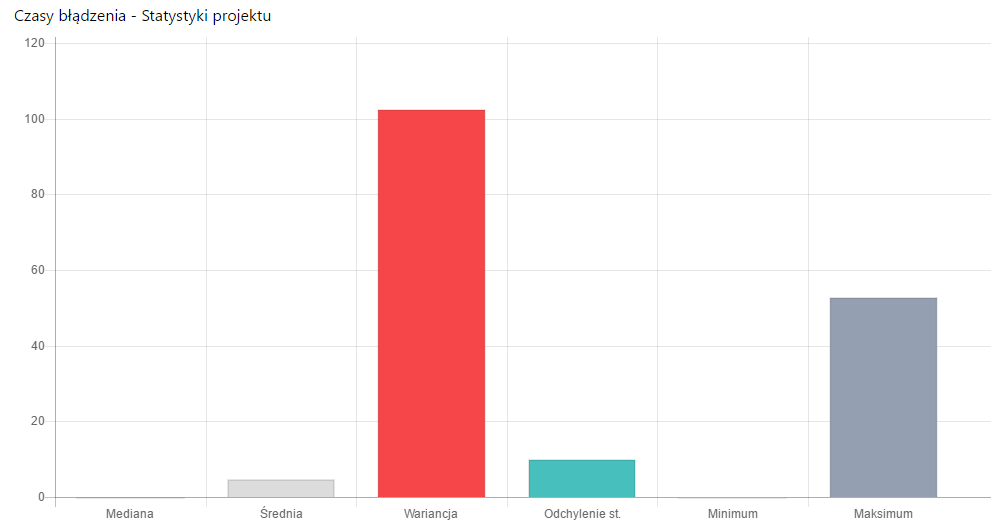
Podczas przeglądania przesłanych filmów oznaczone zostały także czasy początku i końca błądzenia, gdy uczestnik szukał rozwiązania w miejscu, gdzie go nie było. Ten czas oznaczał też przewinięcie listy z miejsca, w którym znajduje się rozwiązanie poza widoczny ekran. Czasy błądzenia przedstawia wykres na rysunku 7.14. Statystyki obejmujące tę miarę przedstawia rysunek 7.15 – dla poszczególnych zadań i rysunek 7.16 – podsumowujący cały projekt.



Rysunek . Czasy błądzenia przez uczestników.

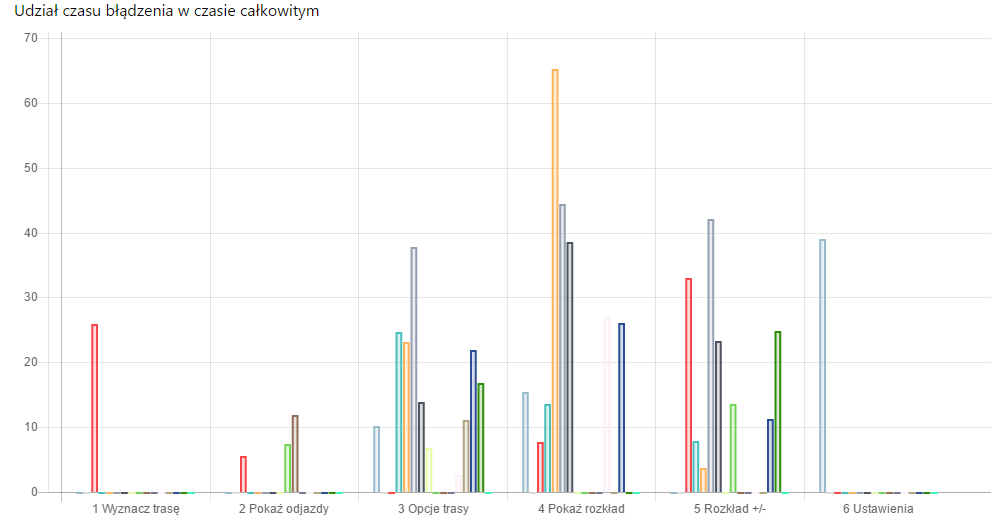


Rysunek . Statystyka czasu błądzenia przez uczestników.



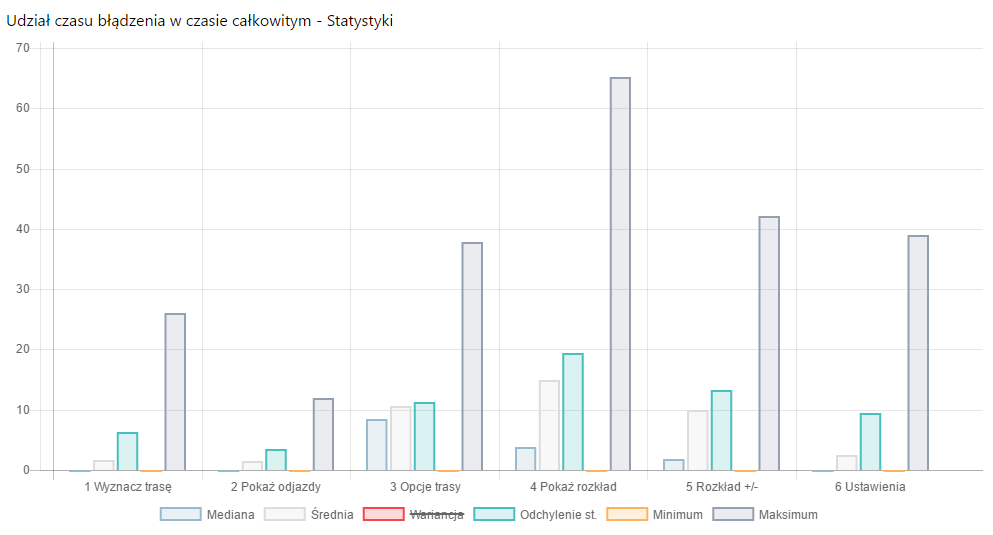
Rysunek . Statystyka czasu błądzenia przez uczestników w ramach projektu.

Ostatnią miarą wydajności dotyczącą czasu błądzenia jest stosunek czasu błądzenia przez uczestników, do całego czasu wykonywania zadania. Stosunek czasów dla kolejnych prób przedstawia rysunek 7.17.

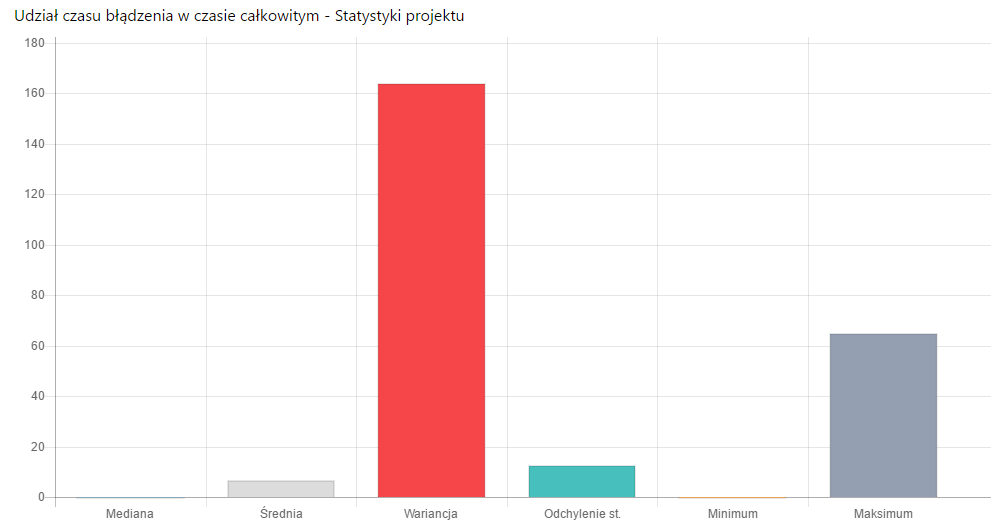


Rysunek . Udział czasu błądzenia w czasie całkowitym [%].

Poniżej przedstawiono także statystyki dla udziału czasu błądzenia w czasie całkowitym: rysunek 7.18 – dla poszczególnych zadań, rysunek 7.19 – podsumowujące cały projekt.



Rysunek . Statystyka u udziału czasu błądzenia w czasie całkowitym.

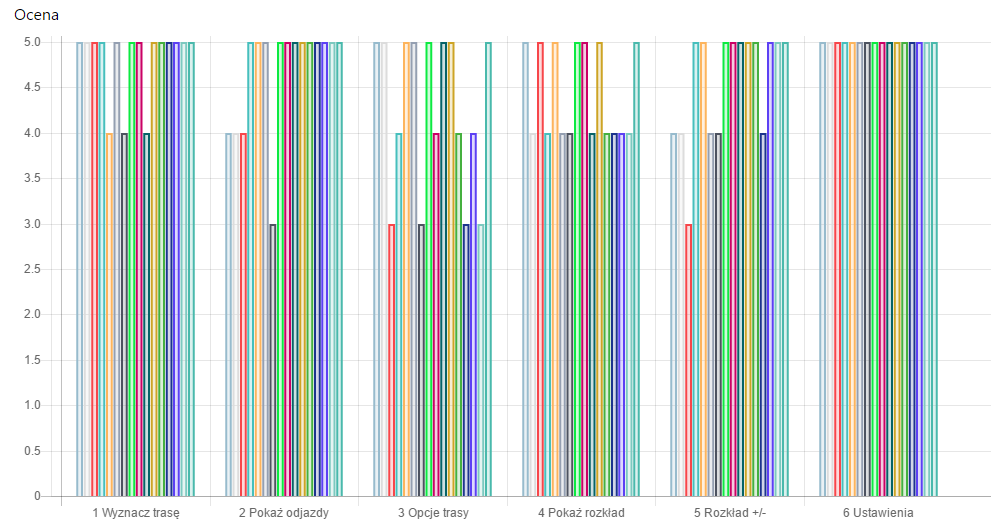


Rysunek . Statystyka u udziału czasu błądzenia w czasie całkowitym w ramach całego projektu.

### Nauczalność

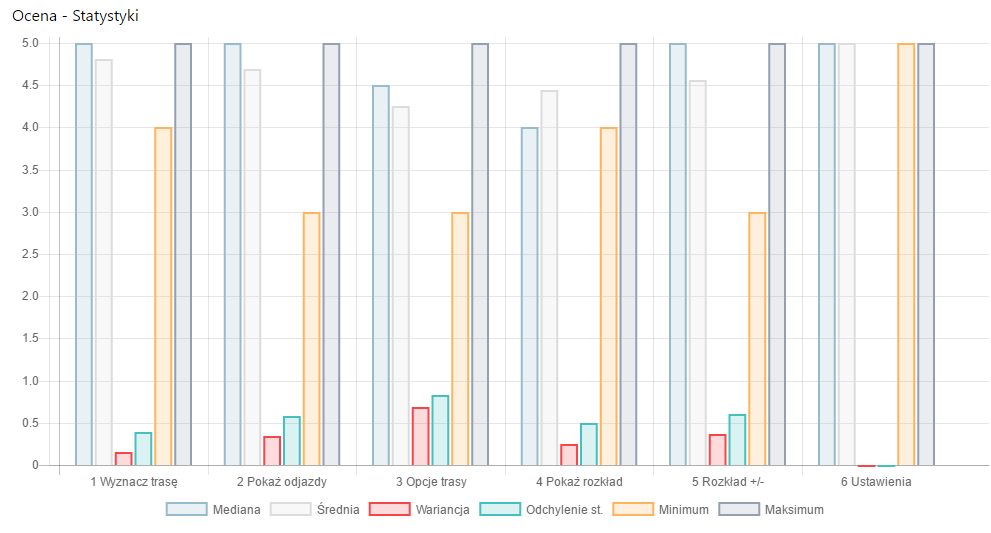
Miara została zebrana tylko w postaci indywidualnej oceny uczestników, jako odpowiedź na pytanie „Z jaką łatwością potrafi pan/pani nabyć umiejętność płynnej obsługi tej czynności?” Narzędzie umożliwia przeprowadzenie bardziej szczegółowego badania nauczalności poprzez porównanie dwóch grup badawczych, jednak w przypadku tego badania uczestnikami obu grup byli inni ludzie, a funkcjonalność została wykorzystana do zbadania wpływu czynników zewnętrznych otoczenia.

Rysunek 7.20 przedstawia listę zbiorczą subiektywnej oceny dotyczącej łatwości nabycia umiejętności płynnej obsługi czynności przedstawionej w zadaniu.

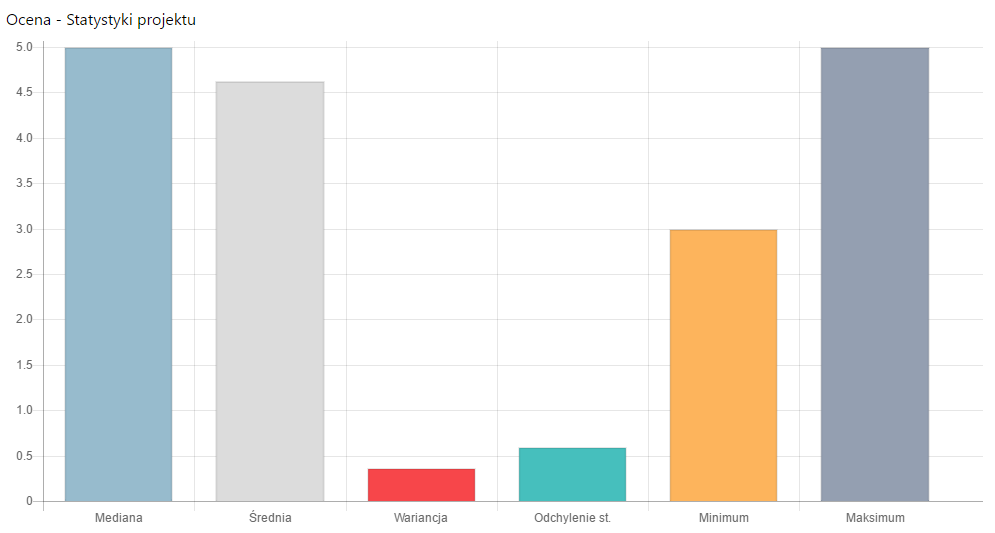


Rysunek . Subiektywne oceny uczestników na temat nauczalności danego zadania.

Poniżej przedstawione są statystyki oceny nauczalności dla wszystkich zadań - rysunek 7.21, oraz podsumowujące projekt - rysunek 7.22. Najłatwiejsze do przyswojenia okazało się zadanie 6, w którym uczestnicy mieli zmienić miasto, oraz wybrać opcję z ustawień. Wszyscy uczestnicy odpowiedzieli przy tym zadaniu że jest bardzo nauczalne. Najgorzej, ale mimo to dobrze wypadło zadanie 3 i 4.

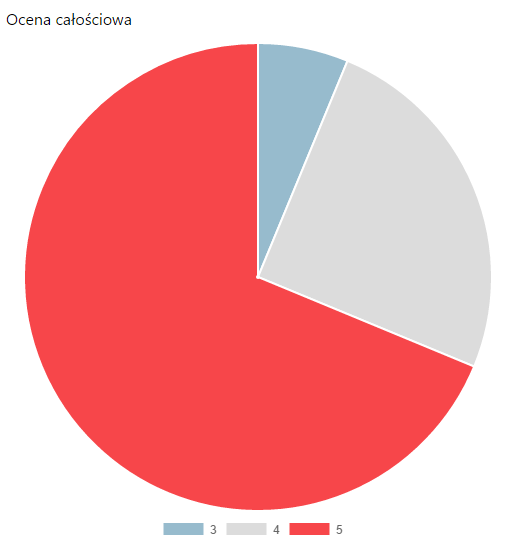


Rysunek . Statystyka ocen na temat nauczalności zadań.



Rysunek . Statystyka ocen na temat nauczalności w ramach projektu.

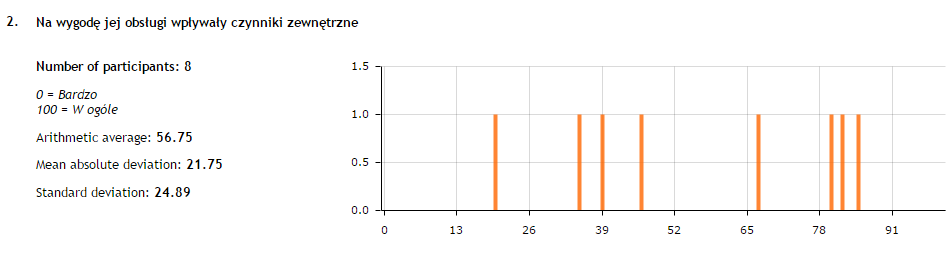
Została wygenerowana także ocena całościowa jako wykres kołowy procent wszystkich wybranych ocen łatwości przyswajania wybranych umiejętności w aplikacji - rysunek 7.23. Najwięcej osób oceniało zadania jako bardzo łatwe do przyswojenia – ocena 5 (69%), nieco mniej wybierało ocenę 4 (25%) i tylko 6% oceniło przyswajalność wykonywanej czynności jako 3.



Rysunek . Procent wybranych ocen w ramach całego projektu.

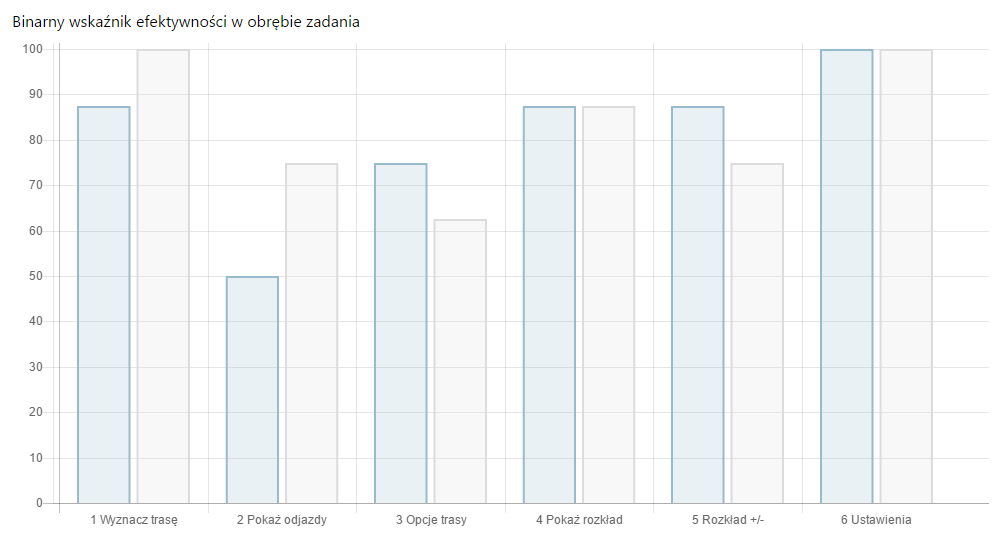
### Obciążenie poznawcze

Analiza porównawcza obu grup, mająca na celu ukazać wpływ otoczenia na użyteczność aplikacji, mimo dużej grupy osób badanych nie wykazała żadnych większych trudności wykonywania zadań dla grupy mobilnej. Okazało się, że niektóre zadania udawało się ukończyć szybciej i sprawniej. Uzupełnieniem tej części badania jest odpowiedź uczestników na temat wpływu czynników zewnętrznych na wygodę obsługi zamieszczoną w rysunku 7.24.

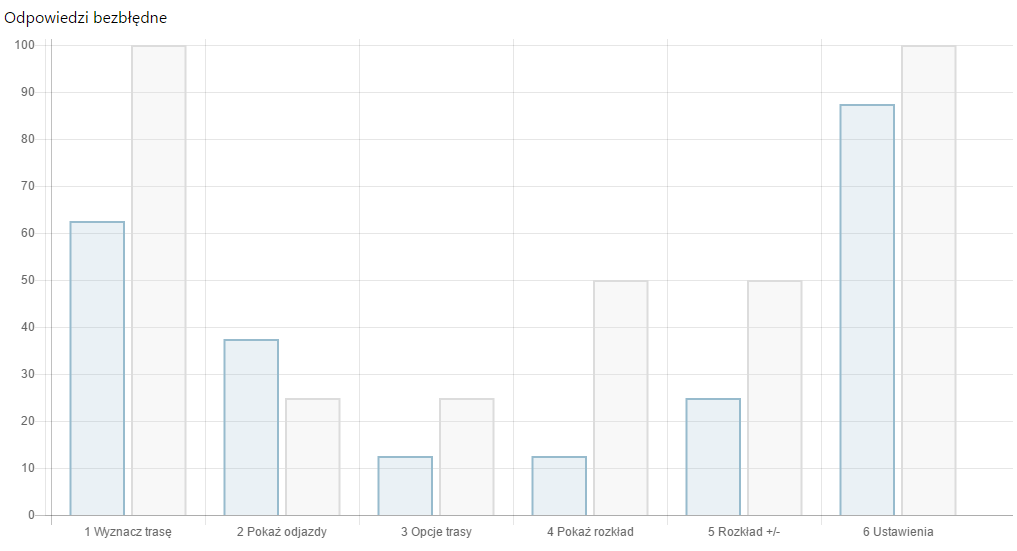


Rysunek . Odpowiedzi na temat wpływu czynników zewnętrznych na wygodę obsługi.

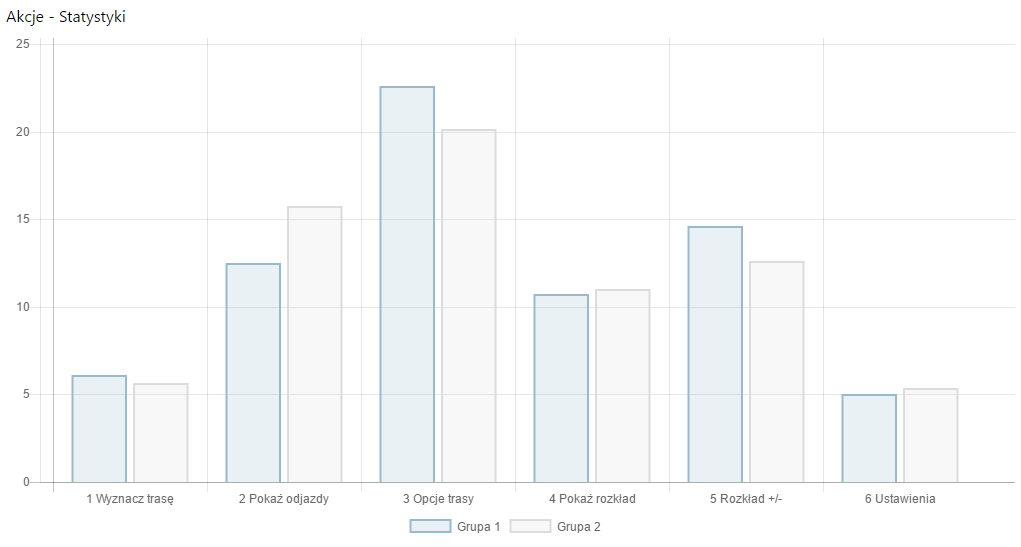
Poniżej przedstawione są wykresy porównawcze dla obu grup, które można było uzyskać za pomocą suwaka dzielącego ogół odpowiedzi na dwie grupy. Z racji tego, że najpierw zadanie wykonali i przesłali uczestnicy z grupy stacjonarnej, a dopiero później grupa mobilna - można było podzielić je łatwo według kolejności przesłanych odpowiedzi. Zostały przygotowane wykresy porównawcze danych procentowych oraz średnich arytmetycznych dla poszczególnych zadań dla najważniejszych miar. Przedstawiano kolejno porównanie: binarnego wskaźnika efektywności (Rysunek 7.25), procentu odpowiedzi bezbłędnych (Rysunek 7.26), średnich arytmetycznych akcji nawigacyjnych (Rysunek 7.27), średnich liczba błędów (Rysunek 7.28), średnich czasów wykonywania zadania (Rysunek 7.29) oraz średnich czasów błądzenia (Rysunek 7.30).



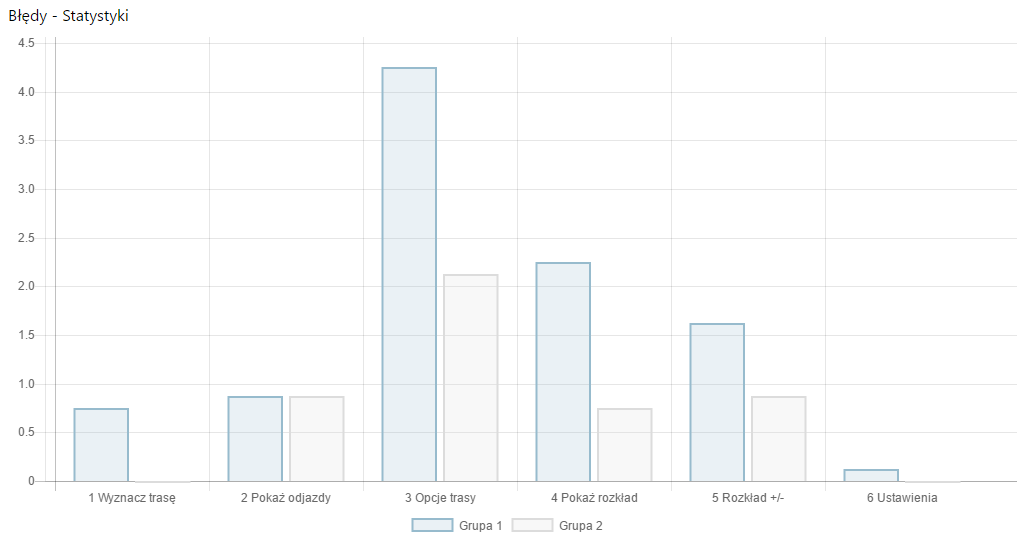
Rysunek . Porównanie binarnego wskaźnika efektywności dla zadań obu grup badawczych.



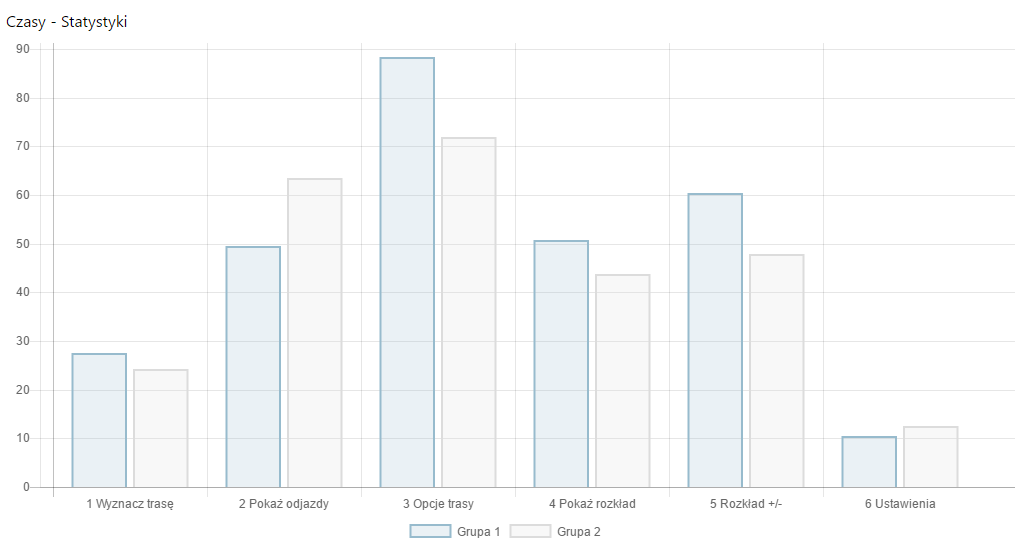
Rysunek . Porównanie procenta odpowiedzi bezbłędnych dla zadań obu grup badawczych.



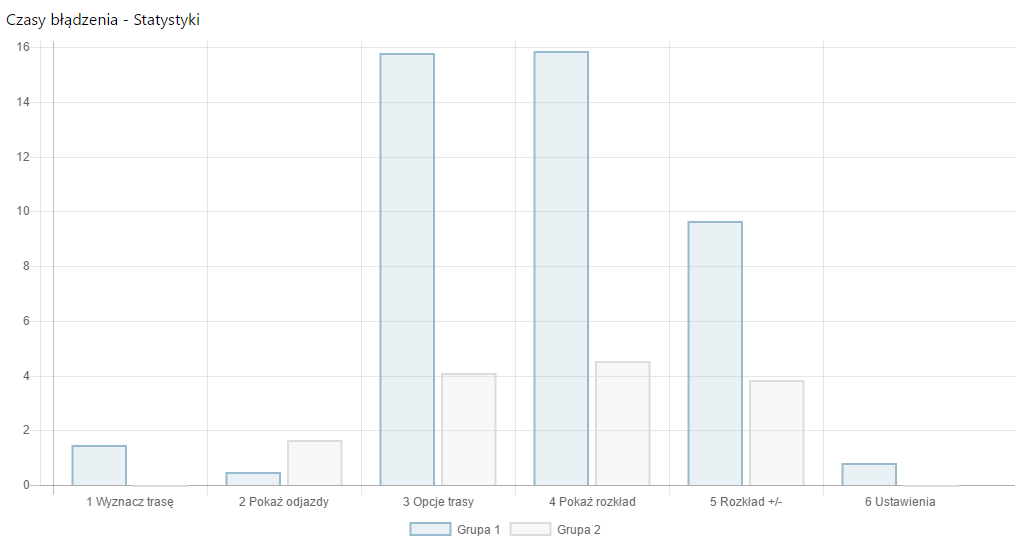
Rysunek . Porównanie średniej liczby interakcji dla zadań obu grup badawczych.



Rysunek . Porównanie średniej liczby błędów dla zadań obu grup badawczych.



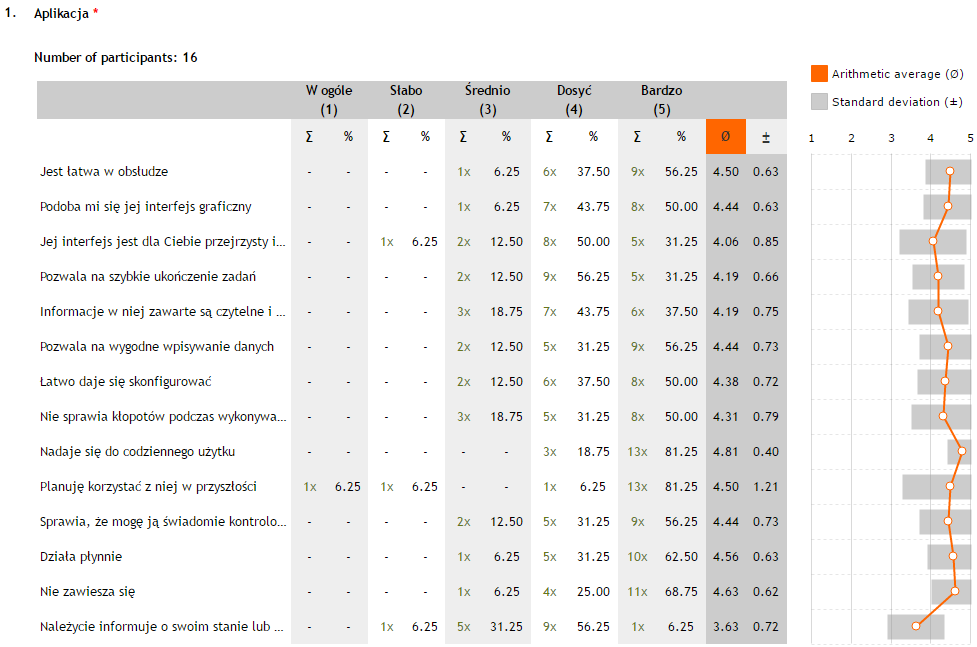
Rysunek . Porównanie średnich czasów dla zadań obu grup badawczych.



Rysunek . Porównane średnich czasów błądzenia dla zadań obu grup badawczych.

### Satysfakcja

Satysfakcja korzystania z aplikacji mobilnych została zbadana przy użyciu internetowego generatora ankier eSurvey Creator. Przy pomocy tego systemu zostały opracowane wyniki przedstawione na rysunku 7.2. Analiza wyników wskazuje na to, że uczestnicy byli dosyć, lub nawet bardzo zadowoleni z większości cech aplikacji. Uczestnicy wykazali największy brak satysfakcji dla punktu „Należycie informuje o swoim stanie lub popełnionym błędzie.” Najkorzystniej ocenili zdanie, że aplikacja nadaje się do codziennego użytku.



Rysunek . Odpowiedzi dotyczące satysfakcji korzystania z aplikacji.

### Analiza obserwacyjna

Podczas przeglądania filmów zostały zanotowane uwagi, potencjalne problemy oraz notorycznie popełniane błędy przez uczestników.

Zadanie 1:

* Większość użytkowników stacjonarnych wybierała ręcznie swoją lokalizację, pomimo, iż była ona już ustalona w tym polu.

Zadanie 2:

* Problem może stanowić kontrolka do wybierania daty i czasu, użytkownicy chcieli po wyborze daty wybrać ok, aby przenieść się do wybierania godziny, co powodowało, że musiał jeszcze raz wchodzić w te ustawienie.
* Często zdarzało się, że po wybraniu „Plac Strzegomski” jako miejsca odjazdu i przejściu do drugiego pola, wartość została zastąpiona aktualną pozycją. Co przez nieuwagę respondenta, spowodowało niepoprawne wykonanie zadania. Jest to wina automatycznego ustawiania pozycji i powoduje błędy.

Zadanie 3:

* Pojawił się problem znalezienia odpowiedniej zakładki – ostatnio wyszukiwane trasy.
* Jeden użytkownik chcąc wrócić do poprzedniego widoku kliknął przypadkiem „przywróć domyślne”, przez co nieświadomie nie wykonał poprawnie zadania.
* Aż dwóch użytkowników pomyliło się przy wpisywaniu preferowanych linii, jednak inne pola tego typu były dobrze obsługiwane.
* Użytkownik próbował dostać się do pola typu „input” poprzez tapnięcie na label, co jest często zaimplementowane w stronach www.
* Podczas próby przywrócenia ustawień domyślnych zdarzało się, że opcje nie zostały zresetowane. W jednym przypadku uczestnik nie musiał więc zmieniać ustawień, ponieważ miał je już ustawione.

Zadanie 5

* Podczas wyboru najbliższego przystanku, w zależności od pozycji uczestnika, brakowało podpowiedzi, co skutkowało szukaniem go przez użytkowników i zastanawianiem się, który z przystanków na danej trasie znajduje się najbliżej.

Największym problemem, pojawiającym się w tego typu badaniach – zdalnych, jest czynnik ludzki. Nawet w spokojnych warunkach, uczestnicy potrafią być nie skoncentrowani, nie czytać dobrze ze zrozumieniem, co skutkuje brakiem ukończenia zadania pomyślnie, mimo to są oni pewni, że zadanie wykonali całkowicie. Aplikacja została przetestowana w gronie osób mieszkających w Polsce, oraz cudzoziemców, którzy przyjechali na studia. Nazwy własne przystanków mogą stanowić dla nich problem, podobnie jak rozróżnialność np. stacji PKS od PKP. Pomimo to, większość mimo niedokładnego wpisywania nazw, wybierała właściwe przystanki podpowiadane przez aplikację, co można uznać za jej atut.

## Wnioski wyciągnięte z badań oraz ocena przydatności narzędzia

Narzędzie uczestniczyło w badaniu przez cały jego proces. Umożliwiło zamieszczenie publicznej instrukcji z warunkami i zadaniami. Pomogło zebrać w prosty sposób dane uczestników i przesłać ich odpowiedzi. Następnie pomogło zliczyć czasy oraz policzyć błędne i prawidłowe interakcje uczestników. Finalnie wyświetliło gotowe wyniki w postaci wykresów interesujących badacza miar. Wraz z uzupełnieniem oprogramowania do nagrywania filmów i oprogramowania wspierającego ankietyzację narzędzie stanowi kompleksowy system do przeprowadzania zdalnych badań natywnych aplikacji mobilnych.

Zdalne badanie, mimo iż było wykonywane w naturalnych warunkach nie mogło w pełni oddać naturalnych zachowań ludzkich. Poza wykonywaniem czynności uczestnicy musieli się z nimi zapoznawać i próbować wykonać wszystkie kroki, koncentrując się na instrukcji. W rzeczywistych warunkach użytkownik doskonale wie co chce zrobić, jaką opcję znaleźć i jej użyć. To te czynniki miały większy wpływ na statystyki niż obciążenie poznawcze. Badacze powinni się skupić na próbie wyeliminowania nierozumienia poleceń poprzez dążenia do bardziej czytelnej i łatwej do zrozumienia instrukcji oraz bardziej restrykcyjny dobór osób do badania np. osoby mające dużo czasu i cierpliwości.

# Bibliografia

[1] <https://www.statista.com/statistics/266136/global-market-share-held-by-smartphone-operating-systems/>

[2] Mahmoud Q. H., Maamar Z., Engineering Wireless Mobile Applications, Hershey, USA, Idea roup Publishing, 2006

[3] Goliński M., Szafrański M., Zintegrowany system wspomagania dostępu do informacji w przestrzeni miejskiej z wykorzystaniem GPS i GIS, Poznań, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, 2012, 43-61

[4] Zawalska E., Encyklopedia Zarządzania, hasło: Interfejs Użytkownika, 2014, <http://mfiles.pl/pl/index.php/Interfejs_u%C5%BCytkownika>

[5] Nikkaken M., One-handed use as a design driver: enabling efficient multichannel delivery of mobile applications, Finlandia, Springer Berlin Heidelberg, 2004, 416-422

[6] Gong J., Tarasewich P., Guidelines for handheld mobile device interface design, Boston, USA, College of Computer and Information Science, Northeastern University, 2004

[7] W. Zamorski, „Aplikacja mobilna - natywna czy przeglądarkowa?”.

[8] International Organization for Standardization (ISO), ISO 9241-11:1998 Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs)—part 11: guidance on usability, <http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=16883>

[9] Caballero D.C., Gómez R.Y., Sevillano J., Heuristic Evaluation on Mobile Interfaces: A New Checklist, Sewilla, Hiszpania, Department of Computer Technology and Architecture,

[10] Borys M., Plechawska-Wójcik M., Badanie użyteczności oraz dostępności interfejsu w aplikacjach mobilnych, Lublin, Instytut Informatyki, Wydział Elektrotechniki i Informatyki, Politechnika Lubelska, 2012

[11] Nielsen J., Usability engineering, Morgan Kaufmann Pub., 1994

[12] Duce D., Flood D., Harrison R., Usability of mobile applications: literature review and rationale for a new usability model, Oxford, Wielka Brytania, Journal of Interaction Science, Springer, 2013

[13] I. Mościchowska i B. Rogoś-Turek, Badania jako podstawa projektowania User Experience, Warszawa: PWN, 2015.

[14] www.nngroup.com, „www.nngroup.com/articles/why-you-only-need-to-test-with-5-users/,” www.nngroup.com, [Online]. Available: https://www.nngroup.com/articles/why-you-only-needto-test-with-5-users/. [Data uzyskania dostępu: 30 Kwiecień 2016].

[15] „Ankieta QUIS,” [Online]. Available: http://www.lap.umd.edu/quis/. [Data uzyskania dostępu: 10 06 2016].

[16] „Ankieta SUMI,” [Online]. Available: http://sumi.ucc.ie/. [Data uzyskania dostępu: 10 06 2016].

[17][15] C. P. Informatycznych, „Z zakresu użyteczności serwisów internetowych. Materiały szkoleniowe,” w ePUAP 2. Rozbudowa elektronicznej platformy usług administracji publicznej, Warszawa, 2012.

[18][16] H. T. Novicki D. G., „Usability inspection methods after 15 years of research and practice”.

[19][17] M. P.-W. Magdalena Borys, „Badanie użyteczności oraz dostępności interfejsu w aplikacjach mobilnych,” Instytut Informatyki, Wydział Elektrotechniki i Informatyki Politechnika Lubelska, Lublin, 2012.

[20][18] Jardanowski, P. (2011). Moderowane a niemoderowane zdalne badania użyteczności z użytkownikami . Proceedings of the Conference: Interfejs użytkownika - Kansei w praktyce, Warszawa 2011 (pp. 44–57). Warsaw: Wydawnictwo PJWSTK.

[25] <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.citynav.jakdojade.pl.android>

[26] <https://pl.wikipedia.org/wiki/AngularJS>

[27] https://en.wikipedia.org/wiki/Meteor\_(web\_framework)

[28] <https://nodejs.org/en/>

[29] <https://docs.mongodb.com/manual/>

[30] https://www.surveymonkey.com

[31] <https://www.esurveycreator.com>

[32] http://www.benchmark.pl/testy\_i\_recenzje/nagrywanie-filmow-z-pulpitu-androida-4-4.html

[33] <http://www.iosworld.pl/ios-9-pozwala-na-nagrywania-ekranu-bez-uzycia-komputera/>

[34] <https://pl.wikipedia.org/wiki/Arkusz_kalkulacyjny>

[35] https://www.usertesting.com/

# Załącznik 1 – Ankieta satysfakcji w języku polskim

Aplikacja:

1. Jest łatwa w obsłudze
2. Podoba mi się jej interfejs graficzny
3. Jej interfejs jest dla Ciebie przejrzysty i zrozumiały
4. Pozwala na szybkie ukończenie zadań
5. Informacje w niej zawarte są czytelne i pozwalają na swobodne odczytywanie potrzebnych danych.
6. Pozwala na wygodne wpisywanie danych
7. Łatwo daje się skonfigurować
8. Nie sprawia kłopotów podczas wykonywania zadań
9. Nadaje się do codziennego użytku
10. Planuję korzystać z niej w przyszłości
11. Sprawia, że mogę ją świadomie kontrolować
12. Działa płynnie
13. Nie zawiesza się
14. Należycie informuje o swoim stanie lub popełnionym błędzie.
15. Na wygodę jej obsługi wpływały czynniki zewnętrzne

Adres email jako identyfikator

# Załącznik 2 – Ankieta satysfakcji po angielsku

Application:

1. Is easy to use
2. I like its UI
3. Its UI is clean and easy to understand
4. Allows to fast finish all tasks
5. Informations contained in it are clear and allow you the freedom to read the data you need
6. Allows for easy input data
7. It’s easy to configure
8. Do not cause trouble when performing tasks
9. Its suitable for everyday use
10. I plan to use it in the future
11. I feel that I have control
12. It works smoothly
13. No crashes
14. Duly informed about their condition or make a mistake.
15. For the comfortable of its use Influenced by external factors

Your email as identify

# Załącznik 3 - Zadania do wykonania w języku angielskim.

Zadania po angielsku:

1. Determine the route of departure from your position to „Dworzec PKS Wrocław Główny” and show map.
2. Show departures from the route "pl. Strzegomski" to "Post Office" (Wroclaw), and setting the parameters:
   1. Depature, date and time: Tommorow 19:50
   2. Route Details: Convenient
   3. Avoid changes: yes
3. Go to "Recent Searches route" and select recently searched route. Then select Options and set the parameters:
   1. Vehicels: Train and Tram
   2. Prefer lines: 2, 10
   3. Avoid lines: 1
   4. Avoid buses: yes
   5. Operators: all but Bus Marco Polo
   6. Minimum time for change: 5 minutes

At the end, swap departure station to target station and show departures.

1. Check the timetables for tram line 2, stop „Tramwajowa” in direction „Krzyki”. Choose tomorrow timetable. Add it to favourites!
2. Check the distribution of night buses line 250 from the nearest bus station in the direction of "Dworzec Nadodrze". Add it to your favorites. Next, locate that distribution and remove it.
3. In the settings, change city on Warsaw, select Load map immediately.