

# Comparative analysis of Bootstrap and Foundation CSS frameworks

## Analiza porównawcza frameworków CSS Bootstrap i Foundation

Dawid Pawelec\*, Tomasz Szymczyk

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

### Abstract

The article presents a comparative analysis of the CSS frameworks Bootstrap and Foundation, determining which technology is the most effective for creating responsive websites. For the purposes of conducting research experiments, two analogous websites were created using the aforementioned technologies. Both technologies were subjected to comparative evaluation based on criteria such as: compatibility with mobile and desktop devices, website loading time, file size and number of code lines, browser compatibility, available components, and support.

*Keywords:* Bootstrap; Foundation; responsiveness; websites

### Streszczenie

W artykule przedstawiono wyniki analizy porównawczej frameworków CSS Bootstrap i Foundation, określającej, która z technologii tworzenia responsywnych stron internetowych jest najbardziej efektywna. Na potrzeby przeprowadzenia eksperymentów badawczych stworzono dwie analogiczne strony internetowe za pomocą wspomnianych technologii. Obie technologie zostały poddane badaniom porównawczym pod kątem kryteriów takich jak: kompatybilność z urządzeniami mobilnymi i desktopowymi, czas ładowania witryny, wielkość plików i liczba linii kodu, kompatybilność z przeglądarkami, dostępne komponenty i wsparcie.

*Słowa kluczowe:* Bootstrap; Foundation; responsywność; strony internetowe

\*Corresponding author

Email address: [dawidpawelec71@gmail.com](mailto:dawidpawelec71@gmail.com) (D. Pawelec)

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

## 1. Wstęp

Obserwuje się ciągle wzrost liczby użytkowników urządzeń mobilnych, zarówno w Polsce, jak i na całym świecie. Ponadto, rośnie tendencja korzystania ze stron internetowych za pośrednictwem tych urządzeń. Istotny wpływ na ten trend ma zastosowanie techniki projektowania witryn zgodnych z zasadami RWD (ang. Responsive Web Design). Technika ta jest ukierunkowana na dostosowanie układu strony do zróżnicowanych rozmiarów ekranów, optymalizację wielkości obrazów, dostarczanie treści zoptymalizowanej pod kątem urządzeń mobilnych, usprawnienie komponentów strony dla potrzeb mobilnych użytkowników, ukrywanie elementów zbędnych na mniejszych ekranach, zapewnienie linków i przycisków przyjaznych dla użytkownika mobilnego, a także rozpoznawanie i adaptowanie się do funkcji charakterystycznych dla urządzeń mobilnych, takich jak orientacja urządzenia [1].

W literaturze przedmiotu odnaleźć można liczne opracowania dotyczące omawianej tematyki. Jedno z badań [2] dotyczy wpływu projektowania responsywnego na użyteczność serwisów internetowych. Badanie przeprowadzone na grupie studentów w okresie pandemii, wykazało, że 99,2% studentów korzysta ze smartfonów, a 93% z nich jest zadowolonych z responsywnego projektowania stron internetowych swoich uczelni, co podkreśla korzystny wpływ responsywnego projektowania na doświadczenia użytkowników. Ujawnia się, iż respondenci, głównie użytkownicy urządzeń mobilnych, wykazywali większą wrażliwość na aspekty projektowania responsywnego. Wykazano znaczącą korelację

między postrzeganą użytecznością a projektowaniem responsywnym. Można zatem konkludować, że w okresie pandemii projektowanie responsywne znacząco przyczynia się do zwiększenia użyteczności stron internetowych o charakterze akademickim.

W nawiązaniu do wcześniej omawianego artykułu, zgodnie z publikacją [3], projektowanie responsywne witryn internetowych uznaje się za praktyczne rozwiązanie stosowane w różnorodnych typach serwisów internetowych. Proces ten wymaga znaczącego nakładu pracy, jednak stanowi optymalne rozwiązanie w przypadkach, gdy strona internetowa jest przejrzysta, logicznie zorganizowana i zawiera obszerną ilość informacji, które nie mogą zostać zmodyfikowane specjalnie dla użytkowników mobilnych. Realizacja projektu responsywnego jest zależna od specyficznych warunków danej witryny, co ma swoje odzwierciedlenie w doświadczeniach z przeszłości dotyczących projektowania stron internetowych. Jak wykazały poprzednie doświadczenia, responsywne podejście do projektowania zapewnia lepsze doświadczenia użytkownika, nie dyskryminując użytkowników, nawet w przypadku ograniczeń budżetowych lub gdy stworzenie dedykowanej strony mobilnej nie jest możliwe. Zgodnie z zasadą „mobile first”, przy projektowaniu interfejsu pierwszeństwo otrzymują urządzenia mobilne, a dopiero później rozważane jest dostosowanie serwisu do ekranów komputerów. Dzięki temu na urządzeniach mobilnych nie dochodzi do ładowania zbędnych zasobów ani do konieczności przerysowania strony w sposób, który mógłby obniżyć wydajność na komputerach. Kluczową zaletą witryn responsywnych jest ich zdolność do efektywnego działania zarówno na

urządzeniach mobilnych, jak i stacjonarnych, dzięki inteligentnemu dostosowywaniu się do rozmiaru ekranu użytkownika.

Niniejszy artykuł ma na celu analizę porównawczą frameworków CSS Bootstrap oraz Foundation, określającą, która z technologii tworzenia responsywnych stron internetowych jest najbardziej efektywna. Na potrzeby przeprowadzenia eksperymentów badawczych stworzono dwie analogiczne strony internetowe za pomocą wybranych metod. Obie technologie zostały poddane badaniom porównawczym pod kątem kryteriów takich jak: kompatybilność z urządzeniami mobilnymi i desktopowymi, czas ładowania witryny, wielkość plików i liczba linii kodu, kompatybilność z przeglądarkami, dostępne komponenty i wsparcie.

Framework to zbiór ustandaryzowanych elementów, modułów i kryteriów, które optymalizują proces tworzenia stron internetowych i aplikacji webowych. Pozwala on na wykorzystanie gotowych modułów i specjalnie przygotowanych komponentów, które ułatwiają tworzenie oprogramowania zgodnie z przyjętymi normami [4].

Wykorzystanie frameworków CSS przynosi liczne korzyści dla projektantów stron internetowych. Przyczyniają się one do utrzymania spójnego i klarownego kodu, zapewniają kompatybilność między różnymi przeglądarkami, umożliwiają stosowanie układów siatkowych w projektach oraz promują dobre praktyki kodowania. Są one niezastąpione zwłaszcza dla początkujących deweloperów, ponieważ ułatwiają projektowanie stron internetowych bez konieczności rozpoczynania każdego projektu od zera, co jest kluczowe dla zachowania najlepszych praktyk kodowania i zapewnienia długoterminowej spójności kodu [4].

Framework CSS Bootstrap to popularny framework front-endowy, został opracowany przez zespół programistów z Twittera. Narzędzie to jest niezastąpione w projektowaniu responsywnych i wizualnie atrakcyjnych stron internetowych oraz aplikacji. Framework ten wykorzystuje HTML, CSS oraz JavaScript, dostarczając użytkownikom gotowe komponenty, style i skrypty, które ułatwiają tworzenie interaktywnych stron. Bootstrap charakteryzuje się responsywnymi układami, dzięki czemu strony internetowe automatycznie dostosowują się do różnych rozmiarów ekranów, od komputerów po tablety i smartfony. Jest on szeroko ceniony przez web-developerów na całym świecie za łatwość nauki i implementacji [5].

Framework CSS Foundation, stworzony przez firmę ZURB, to kolejny popularny framework front-endowy. Podobnie jak Bootstrap, Foundation ułatwia szybkie i efektywne projektowanie responsywnych stron internetowych i aplikacji. Oferuje on szeroki wachlarz gotowych komponentów, siatek i stylów, które umożliwiają tworzenie atrakcyjnych i funkcjonalnych interfejsów użytkownika. Charakterystyczną cechą Foundation jest jego elastyczność w projektowaniu, co umożliwia programistom dostosowanie wyglądu i układu strony do specyficznych wymagań projektowych. Dzięki bogatej palecie opcji i funkcji, Foundation często staje się wyborem zaawansowanych deweloperów, którzy poszukują

większej kontroli nad finalnym wyglądem i zachowaniem swoich projektów internetowych [6].

## 2. Analiza literaturowa

W kontekście procesu projektowania stron internetowych, znaczenie koncepcji RWD odgrywa kluczową rolę. W ciągu ostatnich lat zauważono intensyfikację badań nad adaptacyjnością witryn internetowych do różnych urządzeń.

W analizie dotyczącej technologii RWD, omówionej między innymi w artykule [7], 60% respondentów potwierdziło trudności z dostosowaniem rozmiarów stron internetowych w przeglądarce, co świadczy o problemach z responsywnością. Ponadto, 50% badanych uznało, że jakość projektu strony ma bezpośredni wpływ na poziom komfortu korzystania z niej. Ciekawe jest również, że 58% ankietowanych podkreśliło problem z dostępnością głównych treści i funkcjonalności witryn internetowych na urządzeniach mobilnych, a 53% zauważyło, że nieatrakcyjny wygląd strony negatywnie wpływa na komfort użytkownika. Dodatkowo, połowa respondentów wskazała na problem z adaptacją strony do różnych rozmiarów ekranów mobilnych. Z tych obserwacji wynika, że strony internetowe nieprzystosowane do technologii responsywnej znacząco ograniczają komfort użytkowników, utrudniając dostęp do informacji poprzez urządzenia mobilne.

W nawiązaniu do publikacji [2], artykuł [8] porusza tematykę związaną z aktywnością studencką, przedstawiając proces projektowania strony internetowej forum studenckiego. Zaznaczono konieczność dokładnego planowania oraz dbałości o detale, aby zapewnić sukces strony i jej przyjazność dla użytkowników. Podczas projektowania witryny kluczowe jest uwzględnienie oczekiwań i preferencji potencjalnych użytkowników, definiowanie konkretnych celów oraz założeń funkcjonalnych strony. Projekt powinien charakteryzować się atrakcyjnością wizualną i intuicyjnością użytkowania, oferując przejrzystą strukturę nawigacji oraz wszystkie niezbędne funkcje. Poprzez stosowanie najlepszych praktyk oraz inwestowanie czasu w staranne zaplanowanie i projektowanie, można osiągnąć stworzenie forum studenckiego, które w pełni odpowiada na potrzeby użytkowników i realizuje zamierzone cele.

W publikacji [9], z wykorzystaniem metody PIECES oraz oceny przy pomocy narzędzia GTmetrix, zaobserwowano, że strony internetowe opracowane z zastosowaniem technologii RWD cechują się obniżoną wydajnością i zwiększonym rozmiarem, co może mieć negatywny wpływ na ich efektywność ekonomiczną. Jednakże, RWD przynosi liczne korzyści w zakresie dostępności informacji, kontroli nad treścią, wydajności operacyjnej oraz jakości świadczonych usług. Autorzy wskazują, że mimo istniejących niedogodności, pozytywne aspekty RWD dominują, czyniąc tę technologię preferowanym wyborem dla przyszłego rozwoju witryn internetowych. W kontekście przyszłościowych rozważań, publikacja [10] przedstawia innowacyjne podejście do RWD, wskazując, że obecny stan wiedzy w dziedzinie inżynierii sieciowej nie obejmuje technik adaptacyjnych,

umożliwiających responsywnie projektowanie układów w czasie rzeczywistym. Prezentowane badania użytkowników sugerują, że zastosowane metody mogą umożliwić automatyczne generowanie układów, które, choć mogą nie być identyczne z tymi stworzonymi przez projektantów, to jednak są im bardzo bliskie i wyraźnie przewyższają rozwiązania dostępne na rynku, takie jak biblioteka JavaScript Masonry, używana do tworzenia układów siatek na stronach internetowych. Prezentowane podejścia stanowią krok w kierunku przyszłości, w której obowiązek manualnego tworzenia responsywnych witryn internetowych może zostać znacząco zredukowany dla projektantów i programistów.

W przekroju wszystkich analizowanych artykułów, autorzy konsekwentnie dochodzą do wniosku, że adaptacja witryn internetowych na urządzeniach mobilnych stanowi istotny element, umożliwiający szerokie spektrum elastycznych modyfikacji interfejsu dla użytkownika. Podkreślana jest również znacząca rola responsywności jako czynnika wpływającego na sposób, w jaki klienci postrzegają zawartość serwisów internetowych, oraz jako wskaźnika nowoczesności, odzwierciedlającego globalne trendy.

### 3. Eksperyment badawczy

Na potrzeby analizy porównawczej wybranych frameworków wykonano szkielet projektu, według którego stworzono dwie analogiczne witryny internetowe. Obie identyczne pod względem wykorzystanych komponentów, ich układu, treści i grafik. Jedna wykonana za pomocą szkieletu programistycznego Bootstrap, druga za pomocą Foundation. W celu rozpoczęcia pracy z frameworkami pobrano wszystkie niezbędne pliki najnowszych wersji platform programistycznych (Bootstrap v5.3, Foundation v6.8) z oficjalnych stron do poprawnego funkcjonowania witryn. Finalnie wszystkie pliki obu witryn są w zminimalizowanej wersji. Następnie na potrzeby badań wyżej wymienione strony zostały umieszczone na hostingu. Kolejno obie technologie zostały poddane analizie pod kątem zdefiniowanych kryteriów.

#### 3.1. Opis stanowiska testowego

W procesie tworzenia witryn jako środowisko programistyczne wykorzystano laptop Lenovo Legion 5 PRO:

- procesor Intel Core i7-12700H,
- 16 GB pamięci RAM,
- dysk SSD M.2 PCIe, 500 GB,
- karta graficzna NVIDIA GeForce RTX 3060,
- ekran 2560 x 1600 px, IPS, 165 Hz,
- łączność Wi-Fi 6, LAN 1 Gb/s,
- system operacyjny Windows 11 Home, 64-bitowy.

W charakterze edytora kodu źródłowego wybrano program Visual Studio Code. Jego zaawansowane funkcje, łatwość użycia oraz otwarty kod źródłowy dostarczały idealne narzędzia do programowania, badania i porównywania kodu. Do przechowywania i udostępniania projektów wykorzystano platformę CT8.PL, oferującą darmowe konto hostingowe. Ponadto oferowane między innymi jest 3 GB pojemności, 512 MB pamięci

RAM oraz nieograniczony transfer miesięczny [11]. To stanowisko wyposażone było również w narzędzia online umożliwiające analizę adaptacji i wydajności badanych witryn.

Do wykonania analizy porównawczej wykorzystano narzędzia online takie jak:

- Blisk Browser,
- GTmetrix,
- WebPageTest,
- Pingdom Website Speed Test.

#### 3.2. Zdefiniowane kryteria porównawcze

Analizę porównawczą obu technologii przeprowadzono pod kątem następujących kryteriów.

##### I. Kompatybilność z urządzeniami mobilnymi i desktopowymi

Kryterium to umożliwiło analizę ogólnej adaptację witryn oraz ich poszczególnych elementów. Pozwoliło na określenie i ocenę zdolności analizowanych technologii do adaptacji względem różnych urządzeń i rozdzielczości ekranu. Analizy dokonano na następujących urządzeniach i rozdzielczościach symulowanych: Desktop(1920x1080), Galaxy S22(360x780), iPhone SE(320x568).

##### II. Czas ładowania witryny

Kryterium to umożliwiło dokonanie porównania czasu ładowania analizowanych witryn oraz pozwoliło określić, która z analizowanych technologii ma przewagę w tym aspekcie. Przeprowadzono serię 20 testów dla każdej witryny z wykorzystaniem trzech niezależnych narzędzi analizy. Przeprowadzając testy korzystano z domyślnych ustawień konfiguracyjnych w przypadku każdego z narzędzi. Biorąc pod uwagę, że serwery hostingowe, na których hostowane były testowane witryny, zlokalizowane są w Niemczech, wybierano lokalizację testową najbliższą fizycznej lokalizacji serwerów.

##### III. Wielkość plików i liczba linii kodu

Kryterium to pozwoliło na określenie wielkości plików i liczby linii kodu oraz ich możliwego wpływu na wydajność witryny. W celu przeprowadzenia bardziej wnikliwej analizy i otrzymania jak najbardziej wymiernych wyników, kod źródłowy obu witryn utworzono według jednego, spójnego sposobu formatowania. Następnie porównano liczbę linii kodu niezbędnego do stworzenia oraz poprawnego funkcjonowania witryn zawartego w plikach index.html oraz rzeczywisty rozmiar plików obu witryn na dysku.

##### IV. Kompatybilność z przeglądarkami i dostępne komponenty

Kryterium to pozwoliło dokonać porównania obu technologii pod kątem oferowanej kompatybilności z przeglądarkami oraz dostępnych komponentów, poprzez analizę ich dokumentacji.

## V. Wsparcie techniczne i społecznościowe

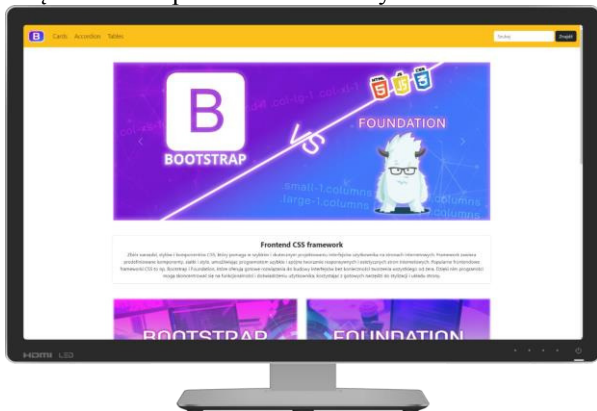
Kryterium to umożliwiło dokonanie oceny i porównania dokumentacji szkieletu programistycznego Bootstrap i Foundation na podstawie kilku kryteriów. Pierwszym z nich była dostępność, czyli łatwość znalezienia potrzebnych informacji. Kolejnym była czytelność, obejmująca jasność i zrozumiałość treści w dokumentacji. Ostatnim kryterium była łatwość użytkownika, która odniosła się do tego, jak proste i przystępne jest korzystanie z dokumentacji dla użytkowników o różnym stopniu zaawansowania. Dodatkowo kryterium to pozwoliło na porównanie obu frameworków pod kątem społeczności. W celu porównania społeczność bazowano na danych uzyskanych z platformy GitHub, uwzględniając liczbę gwiazdek oraz kopi repozytorium dla repozytoriów Bootstrap i Foundation.

### 4. Wyniki badań

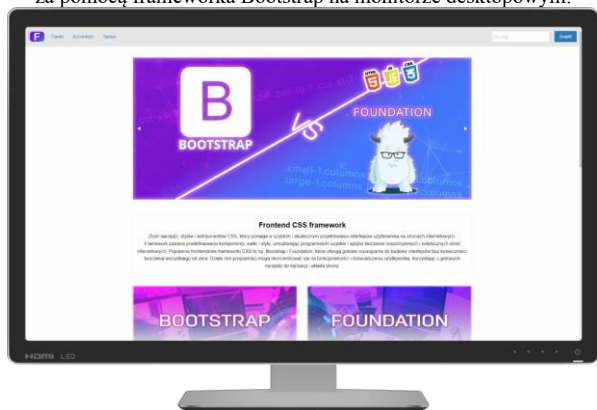
Analiza porównawcza według podanych kryteriów.

#### 4.1. Analiza kompatybilność z urządzeniami mobilnymi i desktopowymi

W celu analizy adaptacji przygotowanych witryn internetowych skorzystano z Blisk Browser umożliwiającego zasymulowanie wyglądu testowanych stron na różnych urządzeniach. Witryny zostały przeanalizowane pod kątem adaptacji do urządzeń mobilnych i desktopowych. Wyniki analizy responsywności stron internetowych wyświetlonych na symulowanych urządzeniach zaprezentowano na Rysunkach 1-3.



Rysunek 1: Symulacyjny wygląd strony internetowej wykonanej za pomocą frameworka Bootstrap na monitorze desktopowym.

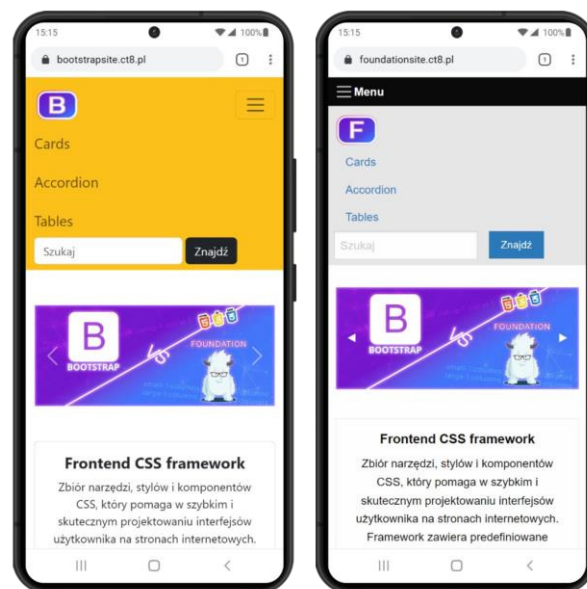


Rysunek 2: Symulacyjny wygląd strony internetowej wykonanej za pomocą frameworka Foundation na monitorze desktopowym.

Analiza responsywności stron internetowych wyświetlonych na symulowanych urządzeniach pozwoliła stwierdzić, że zarówno framework Bootstrap, jak i Foundation oferują efektywne narzędzia do projektowania stron responsywnych. Na podstawie otrzymanych wyników zauważono, że strony oparte na tych technologiach skutecznie przystosowują się do różnych urządzeń, od desktopowych po mobilne.

Ponadto, framework Bootstrap przejawia znaczny poziom elastyczności, jeżeli chodzi o dostosowywanie się do ekranów monitorów desktopowych, w których poszczególne komponenty cechują się zachowaniem właściwych proporcji i czytelności w odniesieniu do rozmieszczenia. Dostrzeżono odpowiednią skalowalność komponentów oraz ich reorganizowanie w stosunku do rozmiarów ekranu. Jednocześnie zachowując intuicyjność oraz łatwy sposób nawigacji.

Natomiast Foundation, przy wyświetlaniu strony na monitorze desktopowym, także przejawia spójność wizualną oraz funkcjonalną. Komponenty dostosowują się do dostępnego miejsca, jednocześnie utrzymując wysoki poziom użyteczności i dostępności.

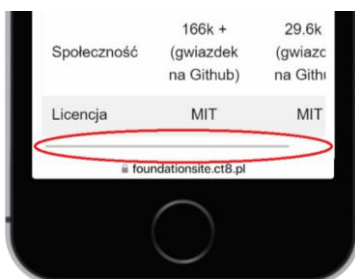


Rysunek 3: Symulacyjny wygląd stron wykonanych za pomocą frameworka Bootstrap i Foundation na urządzeniu mobilnym.

Rysunek 3 prezentuje wygląd obu witryn na urządzeniu mobilnym. W kontekście urządzeń mobilnych, które charakteryzują się ograniczoną przestrzenią ekranową, oba frameworki efektywnie stosują zasady projektowania responsywnego. Elementy takie jak menu są zaprojektowane w sposób kompaktowy, lecz czytelny, co znacznie ułatwia nawigację. Dzięki zastosowaniu responsywnych komponentów, frameworki te umożliwiają optymalne wykorzystanie dostępnej przestrzeni w efektywny sposób.



Rysunek 4: Zastosowanie klasy predefiniowanej `.table-responsive` oferowanej przez Bootstrap.



Rysunek 5: Zastosowanie klasy predefiniowanej `.table-scroll` oferowanej przez Foundation.

Rysunki 4-5 prezentuje adaptację tabeli w przypadku mniejszych rozdzielczości ekranów oraz poziomy pasek przewijania, oznaczony czerwoną elipsą. Dodanie specjalnie przeznaczonych klas predefiniowanych do komponentów takich jak menu czy tabele, pozwala na szybką i efektywną adaptację do różnych rozmiarów ekranów. W szczególności, responsywność tabel jest kluczowa dla zachowania funkcjonalności i czytelności danych na mniejszych urządzeniach.

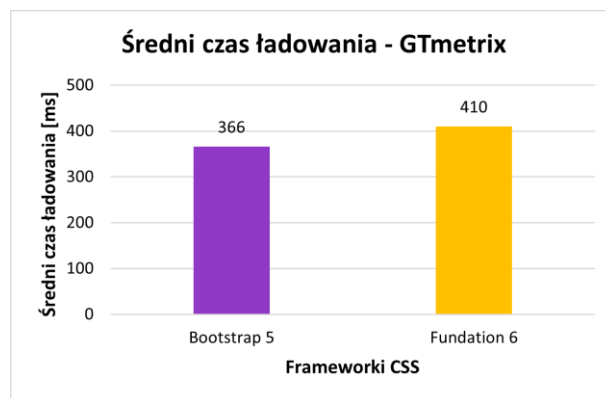
W przypadku Bootstrap, klasę `.table-responsive` wykorzystuje się w celu zachowania responsywności tabel dzięki dodaniu poziomego przewijania (Rysunek 4) w sytuacji, gdy szerokość tabeli jest większa niż szerokość ekranu. To podejście umożliwia użytkownikom komfortowe przeglądanie szerokich tabel bez ryzyka utraty dostępu do informacji znajdujących się poza krawędzią ekranu.

Framework Foundation stosuje klasę `.table-scroll` w takim samym celu, dodając poziomy pasek przewijania (Rysunek 5) w szerokich tabelach na urządzeniach z mniejszym ekranem. To rozwiązanie pozwala użytkownikom na wygodne przeglądanie dużych zbiorów danych nawet na niewielkich wyświetlaczach.

#### 4.2. Analiza czasu ładowania witryn

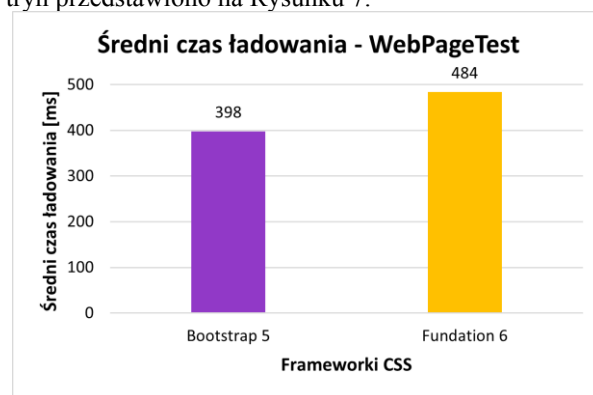
Do realizacji badań związanych z analizą czasu ładowania jako pierwsze zostało wykorzystane narzędzie GTmetrix. Po przeprowadzeniu serii testów z otrzymanych wyników wyliczono średnie arytmetyczne w celu lepszego zobrazowania czasów ładowania stron internetowych wykonanych za pomocą poszczególnych technologii.

Rysunku 6 przedstawia średni czas ładowania obu witryn otrzymany po przeprowadzeniu 20 testów za pomocą narzędzia GTmetrix.



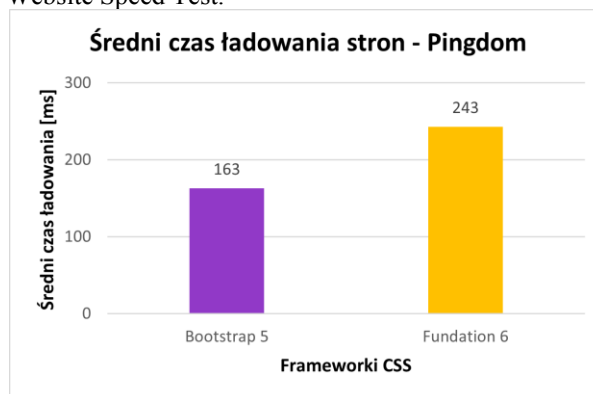
Rysunek 6: Zestawienie wyników średniego czasu załadowania stron z wykorzystaniem narzędzia GTmetrix.

Kolejnym wykorzystanym narzędziem był WebPageTest. Zestawienie średniego czasu ładowania obu witryn przedstawiono na Rysunku 7.



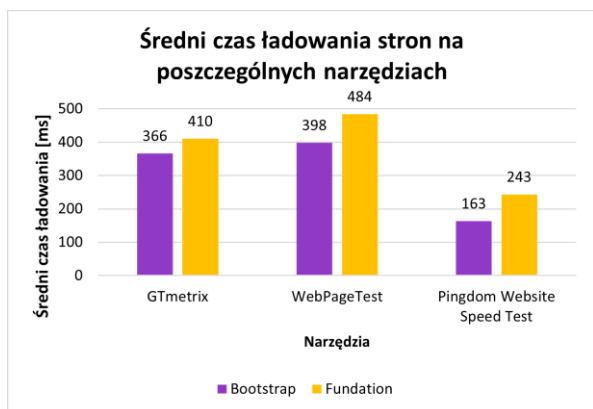
Rysunek 7: Zestawienie wyników średniego czasu załadowania stron z wykorzystaniem narzędzia WebPageTest.

Rysunek 8 przedstawia średni czas ładowania stron internetowych badanych za pomocą narzędzia Pingdom Website Speed Test.



Rysunek 8: Zestawienie wyników średniego czasu ładowania stron z wykorzystaniem narzędzia GTmetrix.

Rysunek 9 przedstawia zestawienie średniego czasu ładowania witryn testowanych za pomocą trzech różnych, nie powiązanych ze sobą narzędzi analizy wydajności online takich jak: GTmetrix, WebPageTest i Pingdom Website Speed Test.



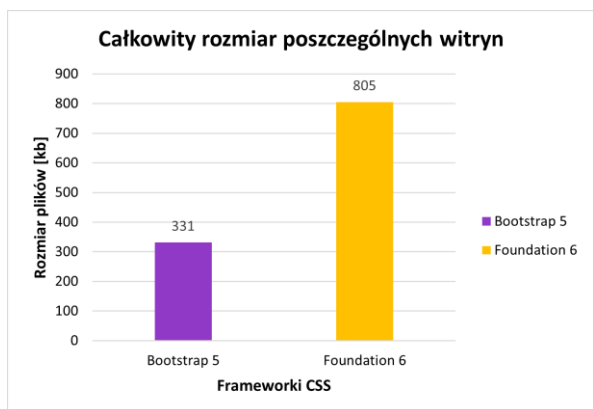
Rysunek 9: Zestawienie wyników średniego czasu załadowania stron z wykorzystaniem różnych narzędzi analizy wydajności online.

Podsumowując, w procesie porównawczym wykorzystano trzy niezależne narzędzia służące ocenie czasów ładowania stron dla frameworków Bootstrap i Foundation. Przeprowadzono szereg testów dla każdego narzędzia oraz analizy mające na celu porównanie czasów ładowania witryn. Największa różnica w średnich czasach ładowania (Rysunek 9) zauważalna jest dla narzędzia WebPageTest, wynosząca 86 ms. Najmniejsza różnica widoczna jest w przypadku narzędzia GTmetrix, 44 ms. Z analiz wynika, że w przypadku każdego narzędzia średni czas ładowania strony wykonanej za pomocą frameworka Bootstrap okazał się krótszy, co wskazuje na jego przewagę.

#### 4.3. Analiza wielkości plików i liczby linii kodu

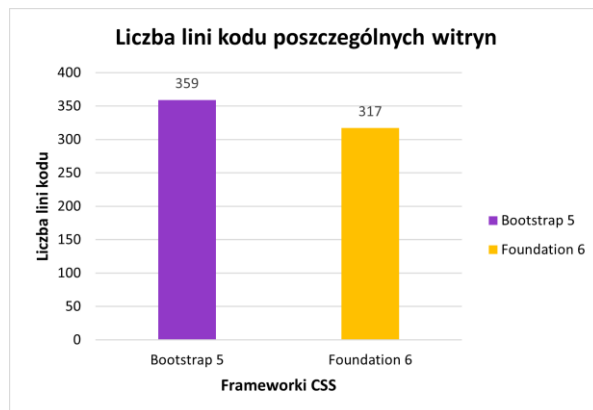
Kolejne porównanie polegało na analizie wielkości plików stron internetowych dla analizowanych frameworków Bootstrap i Foundation. W celu wykonania porównania zestawiono rozmiary wszystkich plików dla obu witryn. Całkowity rozmiar poszczególnych witryn zaprezentowano na Rysunku 10.

Zauważalna jest duża różnica w rozmiarze plików. Pliki witryny zbudowanej za pomocą frameworka Bootstrap mają zdecydowanie mniejszy rozmiar niż pliki witryny zbudowanej za pomocą frameworka Foundation. Łączny rozmiar plików witryny Bootstrap wynosi 331 kB, jest ona o 474 kB mniejsza w porównaniu do strony Foundation, której całkowity rozmiar wynosi 805 kB.



Rysunek 10: Zestawienie całkowitego rozmiaru plików poszczególnych witryn.

Następnie przeprowadzono analizę porównawczą, skupiając się na liczbie linii kodu wymaganych do stworzenia oraz zapewnienia poprawnego działania witryn internetowych. Zestawienie liczby linii kodu dla obu frameworków przedstawiono w formie wykresu słupkowego na Rysunku 11.



Rysunek 11: Zestawienie liczby linii kodu potrzebnego do stworzenia poszczególnych witryn.

Analizując powyższy wykres zauważono, że witryna zbudowana w oparciu o framework Bootstrap zawiera o 42 linie kodu więcej w porównaniu do witryny zbudowanej za pomocą frameworka Foundation.

#### 4.4. Analiza kompatybilności z przeglądarkami i dostępnymi komponentami

Podkreśla się, że kompatybilność z różnymi przeglądarkami stanowi kluczowy element podczas wyboru technologii, a także w trakcie budowania responsywnych stron internetowych. Analizę porównawczą obu technologii pod kątem kompatybilności z przeglądarkami przedstawiono w Tabeli 1.

Analizując pod tym kątem obie technologie w tabeli 1 przedstawiono porównanie oferowanej kompatybilności przez obie technologie.

Tabela 1: Porównanie kompatybilności frameworków z poszczególnymi przeglądarkami internetowymi [12, 13]

Przeglądarka	Bootstrap 5	Foundation 6
Chrome	✓	✓
Firefox	✓	✓
Microsoft Edge	✓	✓
Opera	✓	✓
Safari	✓	✓
Internet Explorer	✗	✓ v9.0+
Android Browser	✓ v6.0+	✓ v4.4+
Mobile Safari	✓	✓
IE Mobile	✗	✓

Frameworki te, oferując wsparcie dla najnowszych wersji przeglądarek, nie tylko ułatwiają tworzenie nowoczesnych, responsywnych i estetycznych witryn, ale również zapewniają ich prawidłowe funkcjonowanie na różnorodnych urządzeniach i przeglądarkach internetowych. Jediną różnicą jest podejście w obszarze starszych wersji przeglądarek, takich jak Internet Explorer, których framework Bootstrap już nie wspiera.

Wskazać należy, że komponenty jakie dostarczają obie technologie stanowią istotny element wykorzystywany podczas tworzenia poszczególnych elementów interfejsu użytkownika.

Przeprowadzając analizę pod tym kątem w Tabeli 2 zestawiono oferowane komponenty przez oba frameworki.

Tabela 2: Zestawienie oferowanych komponentów przez obie technologie

Komponenty	Bootstrap 5	Foundation 6
Accordion	✓ - Accordion, Collapse	✓ - Accordion
Alerts/Callout	✓ - Alerts	✓ - Callout
Button	✓	✓
Card	✓	✓
Carousel/Orbit	✓ - Carousel	✓ - Orbit
Dropdown	✓	✓ - Dropdown, Dropdown/ Drilldown/ Accordion Menu
Modal/Reveal	✓ - Modal	✓ - Reveal
Table	✓	✓
Navs/Menu	✓ - Navs & tabs	✓ - Menu, Dropdown Menu
Navbar/Top Bar	✓ - Navbar	✓ - Top Bar, Responsive Navigation
Off-canvas	✓	✓
Pagination	✓	✓
Popovers/Dropdown	✓ - Popovers	✓ - Dropdown
Scrollspy/Smooth Scroll	✓ - Scrollspy	✓ - Smooth Scroll
Spinner	✓	✗
Toast	✓	✗
Tooltip	✓	✓
Form	✓	✓

Analizując powyższą tabelę zauważono, że oba frameworki, Bootstrap i Foundation zapewniają szeroki wybór komponentów. Mimo, że oferują one podobne funkcjonalności, występują między nimi subtelne różnice, na przykład w nazewnictwie, czego przykładem jest komponent Carousel dostarczany przez Bootstrapa, podczas gdy Foundation oferuje podobny komponent o nazwie Orbit. Warto również zwrócić uwagę, że Bootstrap dysponuje nieco bardziej rozbudowanym zestawem komponentów w porównaniu do Foundation. Wśród nich znajdują się Spinner, służący do wyświetlania animowanego wskaźnika ładowania, oraz komponent Toast, używany do pokazywania powiadomień.

#### 4.5. Analiza technologii pod kątem wsparcia technicznego i społeczności

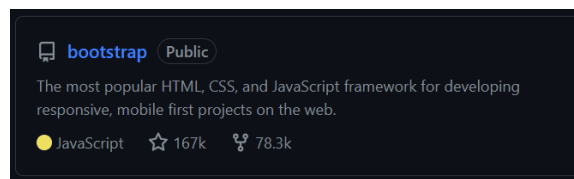
Jakość dokumentacji ma kluczowe znaczenie dla rozwoju i efektywnego wykorzystania frameworków. Dokumentacja Bootstrapa jest starannie zorganizowana, co ułatwia szybkie odnalezienie potrzebnych informacji. Prezentowane informacje są klarowne i łatwe do zrozumienia. W przypadku Foundation również znajdujemy dobrze ocenianą dokumentację, choć może ona być nieco trudniejsza do nawigacji i wymagać nieco więcej czasu na adaptację. Jeśli chodzi o stopień zaawansowania użytkownika, dokumentacja Bootstrap wydaje się być bardziej przyjazna dla początkujących. Prostota oraz

szeroka gama gotowych do użycia komponentów sprawiają, że Bootstrap jest łatwy do wdrożenia dla początkujących. Z drugiej strony, Foundation może być postrzegany jako framework oferujący większą elastyczność i zaawansowane opcje konfiguracyjne, co czyni go bardziej atrakcyjnym dla bardziej doświadczonych developerów. Jego dokumentacja odzwierciedla ten fakt, dostarczając szczegółowych wyjaśnień na temat zaawansowanych funkcji, co może być bardziej wymagające dla nowicjuszy, ale jest cenne dla profesjonalistów poszukujących głębszego zrozumienia możliwości frameworka. Subiektywną ocenę obu dokumentacji pod względem zdefiniowanych kryteriów zaprezentowano w Tabeli 3.

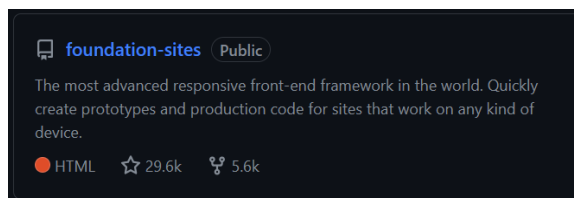
Tabela 3: Ocena dokumentacji frameworka Bootstrap i Foundation

Kryterium	Bootstrap 5	Foundation 6
Dostępność	5	4
Czytelność	5	4
Łatwość użytkowania	5	4

Analizując obie technologie pod kątem społeczności pod uwagę wzięto liczbę gwiazdek i kopii repozytorium na platformie GitHub. Rysunki 12-13 prezentują repozytoria analizowanych technologii.



Rysunek 12: Repozytorium frameworka CSS Bootstrap na platformie GitHub [14].



Rysunek 13: Repozytorium frameworka CSS Foundation na platformie GitHub [15].

Analizując obie technologie pod tym względem zauważono, że framework Bootstrap cieszy się znacznie większym zainteresowaniem społeczności, liczba gwiazdek jest niemal czterokrotnie większa niż w przypadku frameworka Foundation. Ponadto, liczba kopii repozytorium, dla Bootstrapa jest prawie czternastokrotnie wyższa niż dla Foundation, co dodatkowo podkreśla jego większą popularność wśród programistów.

## 5. Wnioski

Analiza uzyskanych wyników, obejmująca badania responsywności, wykazała, że obie witryny, sprostowały ocenie zdolności adaptacji do różnych urządzeń i rozdzielczości ekranów, wykazując spójność wizualną i funkcjonalną. Wyniki te nie są zaskakujące, ponieważ oba frameworki zostały zaprojektowane z myślą o osiągnięciu responsywności, a ewentualne odchylenia

mogłyby wynikać jedynie z nieprawidłowej implementacji jednej z testowanych metod.

W odniesieniu do rezultatów badań czasu ładowania stron, udało się określić, że strona oparta na frameworku Bootstrap ładuje się szybciej w porównaniu do frameworka Foundation, ze średnią różnicą między 44 a 86 ms dla poszczególnych narzędzi. Są to jednak wartości marginalne, które w przypadku większych witryn mogą być niezauważalne dla użytkownika. Analizując obie witryny pod względem wielkości plików, stwierdzono, że różnica w czasie ładowania może głównie wynikać z całkowitego rozmiaru witryn, rozmiar witryny Bootstrap wynosi 331 kB, jest ona o 474 kB mniejsza w porównaniu do strony Foundation, której całkowity rozmiar wyniósł 805 kB.

Kolejna analiza pokazała, że obie technologie oferują szeroką kompatybilność z nowoczesnymi przeglądarkami i szeroki zestaw komponentów. Wybór między nimi może zatem zależeć od specyficznych potrzeb projektów, takich jak wsparcie dla starszych wersji przeglądarek, gdzie Foundation ma przewagę.

W kontekście analizy wsparcia obu technologii, stwierdzono, że framework Bootstrap znacząco wyróżnia się jakością i przystępnością dokumentacji oraz pokazną społecznością liczącą około 167 tysięcy członków [14]. Framework Foundation posiada mniejszą, ale równie aktywną społeczność, około 29,6 tysiąca użytkowników oraz solidną dokumentację, choć może być ona nieco trudniejsza w nawigacji, dostarczając szczegółowych wyjaśnień na temat zaawansowanych funkcji, co może być bardziej wymagające dla nowicjuszy [15].

W związku z powyższym, nie można jednoznacznie wskazać, która technologia jest bardziej efektywna. Wybór między Bootstrapem a Foundation powinien być poddyktowany indywidualnymi preferencjami, poziomem zaawansowania użytkownika, specyficznymi wymaganiami projektu czy oczekiwanym wsparciem społeczności.

## Literatura

- [1] B. Frain, *Responsive Web Design with HTML5 and CSS*, Third Edition, Packt Publishing, 2020.
- [2] A. Parlakkiliç, Evaluating the effects of responsive design on the usability of academic websites in the pandemic, *Education and Information Technologies* 27 (1) (2022) 1307-1322, <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10650-9>.
- [3] N. Bhanarkar, A. Paul, A. Mehta, Responsive Web Design and Its Impact on User Experience, *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology* 3 (4) (2023) 50-55.
- [4] A. Shenoy, A. Prabhu, *CSS Framework Alternatives: Explore Five Lightweight Alternatives to Bootstrap and Foundation with Project Examples*, Packt Publishing, 2018.
- [5] M. Laaziri, K. Benmoussa, S. Khouliji, K. M. Larbi, A. El Yamami, Analyzing bootstrap and foundation front-end frameworks: a comparative study, *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)* 9 (1) (2019) 713-722.
- [6] T. K. Mohd, J. Thompson, A. Carmine, G. Reuter, *Comparative Analysis on Various CSS and JavaScript Frameworks*, Springer, 2022.
- [7] M. R. Anwar, M. Hardini, M. Anggraeni, Review of responsive design concept based on framework materialize on the website, *ADI Journal on Recent Innovation* 3 (1) (2021) 59-66.
- [8] A. Aryan, A. SV, B. Maloo, M. B, Dr. R. M. Babu KN, Build Student Forum Website Using UI Concepts, *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science* 5 (2023) 9353-9356, <https://www.doi.org/10.56726/IRJMETS40989>.
- [9] R. Pamungkas, N. Asnawi, Y. D. Wijaya, Analisis Pengaruh Teknik Responsive Web Design (RWD) Terhadap Kualitas Website Dengan Metode PIECES, In *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi (SENATIK)* 2 (2019) 149-154.
- [10] M. Laine, Y. Zhang, S. Santala, J. P. Jokinen, A. Oulasvirta, Responsive and personalized web layouts with integer programming, *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction* 5 (EICS) (2021) 1-23, <https://doi.org/10.1145/3461735>.
- [11] CT8.PL Homepage, <https://www.ct8.pl/>, [28.03.2024].
- [12] Bootstrap Framework Documentation - Browser Compatibility, <https://getbootstrap.com/docs/5.0/getting-started/browsers-devices/>, [23.02.2024].
- [13] Foundation Framework Documentation - Browser Compatibility, <https://get.foundation/sites/docs/compatibility.html>, [23.02.2024].
- [14] The CSS Bootstrap framework repository on the GitHub platform, <https://github.com/twbs>, [23.02.2024].
- [15] The CSS Foundation framework repository on the GitHub platform, <https://github.com/foundation>, [23.02.2024].