



Politechnika Wrocławska

**Wydział Informatyki i Zarządzania**  
kierunek studiów: Informatyka

Praca dyplomowa – inżynierska

## **APLIKACJA WEBOWA DO ANALIZY KURSÓW WALUT**

Marta Fiedorowicz

słowa kluczowe:  
aplikacja webowa, kursy walut,  
kalkulator walutowy, predykcja kursu,  
Angular, Firebase, NBP

krótkie streszczenie:

W pracy przedstawiono projekt i implementację aplikacji webowej, która ułatwia podejmowanie decyzji dotyczących wymiany walut. Wykorzystano framework Angular, platformę Firebase i WebAPI Narodowego Banku Polskiego.

opiekun pracy	<b>dr inż. Michał Szczepanik.</b>	.....	.....
dyplomowej	<i>Tytuł/stopień naukowy/imię i nazwisko</i>	<i>ocena</i>	<i>podpis</i>
Ostateczna ocena za pracę dyplomową			
Przewodniczący Komisji egzaminu dyplomowego	.....	.....	.....
	<i>Tytuł/stopień naukowy/imię i nazwisko</i>	<i>ocena</i>	<i>podpis</i>

Do celów archiwalnych pracę dyplomową zakwalifikowano do: \*

- a) kategorii A (akta wieczyste)
- b) kategorii BE 50 (po 50 latach podlegające ekspertyzie)

\* niepotrzebne skreślić

pieczęć wydziałowa

Wrocław  
2020



## **Streszczenie**

Celem pracy było wykonanie projektu i implementacji aplikacji webowej, która usprawnia podejmowanie decyzji dotyczących wymiany walut. Realizacja projektu jest spowodowana tym, że istniejące na rynku rozwiązania nie są wystarczające.

Projekt będzie realizował następujące funkcjonalności: wyświetlanie wykresu (dla kursu historycznego, średniego i przewidywanego), przeliczanie kwot kalkulatorem walutowym i ustawianie alertów walutowych.

Zakres pracy obejmuje: analizę konkurencji, wybór technologii aplikacji webowej, opisanie metody predykcji, napisanie wymagań projektowych, opracowanie aplikacji, implementację aplikacji i testowanie aplikacji.

Aplikacja webowa została zaimplementowana z wykorzystaniem frameworka Angular, platformy Firebase i WebAPI Narodowego Banku Polskiego.

## **Abstract**

The goal of the paper is to create a project and implementation of a web application. This web application shall improve the decision-making process of exchanging rates. Competitions' solutions lack of sufficiency was an inspiration for this paper.

Project's feature includes displaying a chart (with historical rates, average rate, forecast rates), providing currency converter and setting up rate alerts.

Project's scope of work includes: analysing of competitors, choosing a development technology, describing the forecast method, creating project requirements and designing, developing, testing the software.

The application was implemented with the Angular framework, Firebase platform and National Bank of Poland's WebAPI.



## Spis treści

Wstęp .....	1
1. Analiza rynkowa .....	3
1.1. Wstęp.....	3
1.2. Konkurencja wykres i kalkulator.....	3
1.3. Konkurencja powiadomienia .....	5
1.4. Konkurencja predykcja.....	6
1.5. Podsumowanie konkurencji.....	8
1.6. Technologie aplikacji webowych .....	9
1.7. Pochodzenie danych o kursach walut .....	10
1.8. Predykcja kursów walutowych.....	10
2. Wymagania projektowe .....	12
2.1. Wstęp.....	12
2.2. Sformułowanie problemu .....	12
2.3. Funkcjonalności.....	12
2.4. Użytkownik .....	13
2.5. Środowisko .....	13
3. Projekt.....	14
3.1. Wstęp.....	14
3.2. Słownik.....	14
3.3. Model domenowy .....	16
3.4. Reguły biznesowe.....	17
3.5. Wymagania.....	17
3.6. Diagram przypadków użycia .....	21
3.7. Scenariusze przypadków użycia .....	21
3.8. Model informacyjny .....	28
3.9. Architektura logiczna .....	29
3.10. Schemat bazy danych.....	30
3.11. Architektura fizyczna.....	30
3.12. Projekt interfejsu .....	31
3.13. Przepływ sterowania .....	36
4. Implementacja.....	37
4.1. Wstęp .....	37
4.2. Środowisko i narzędzia programistyczne .....	37
4.3. Elementy projektu .....	37
4.4. Implementacja funkcjonalności .....	42
4.4.1. Ekran główny .....	42

4.4.2.	Ekran wykresu i kalkulatora .....	45
4.4.3.	Ekran powiadomień .....	51
4.4.4.	Ekran logowania, rejestracji i konta użytkownika .....	56
4.5.	Wzorce projektowe .....	59
5.	Testy .....	61
5.1.	Wstęp.....	61
5.2.	Testy jednostkowe.....	61
5.3.	Testy integracyjne .....	62
5.4.	Testy e2e .....	63
5.5.	Testy zgodności.....	64
5.6.	Testy wydajnościowe .....	66
5.7.	Test SEO (pozycjonowania).....	67
5.8.	Testy bezpieczeństwa.....	68
5.9.	Testy użyteczności .....	69
	Zakończenie.....	70
	Bibliografia.....	71
	Spis rysunków.....	75
	Spis tabel.....	76
	Spis listingów .....	76
	Załącznik.....	76

# Wstęp

## Wprowadzenie do problematyki

Na świecie istnieje ponad 150 walut [1]. Zwykle zawierając transakcję trzeba mieć potrzebną kwotę w walucie docelowej lub twardej<sup>1</sup>. Zatem kiedy chce się dokonać zakupów za granicą lub w międzynarodowym sklepie i zarabia się miękką walutą<sup>2</sup>, to trzeba najpierw dokonać wymiany.

Wymienić można na następujące sposoby:

- płacąc kartą do rachunku prowadzonego w polskich złotych. Przewalutowanie odbywa się po niekorzystnym kursie operatora, następnie bank pobiera dodatkową prowizję za przewalutowanie. Jeszcze gorzej prezentuje się przewalutowanie z miękkiej waluty na inną miękką walutę, bo wtedy może nastąpić podwójne przewalutowanie [2].
- wymienić pieniądze w kantorze internetowych i przelać je na kartę walutową.
- wymienić pieniądze w kantorze na gotówkę docelową.
- wymienić pieniądze w miejscowym kantorze na gotówkę w twardej walucie i wymienić w zagranicznym kantorze na gotówkę w docelowej walucie.

We wszystkich wyżej wymienionych sposobach można manipulować datą wymiany, żeby spróbować oszczędzić (kurs jest zmienny w czasie).

## Geneza pracy

Autorka pracy udała się 2017 roku do Czech. Parę miesięcy przed wyjazdem chciała zarezerwować hotel przez portal internetowy. Ceny były podane w koronie czeskiej, więc potrzebowała sprawdzić kurs i użyć kalkulatora walutowego. Gdy już ustaliła liczbę koron potrzebnych na wyjazd, zastanawiała się czy to dobry moment na wymianę w kantorze. Znalazła na innej stronie historię kursu i próbowała bezskutecznie znaleźć też prognozy. W końcu wymieniła walutę parę dni później, gdy kurs odrobinę spadł. Jednak od tamtego momentu zastanawiała się, czy można wykonać system, który uprościłby tę procedurę oraz pozwoliłby wymieniać po bardziej atrakcyjnym kursie.

## Cel pracy

Celem pracy jest opracowanie systemu usprawniającego podejmowanie decyzji dotyczących wymiany walut oraz zaprojektowanie i implementacja aplikacji webowej, która będzie realizować ten system.

---

<sup>1</sup> Twarda waluta to waluta, która jest łatwo wymienialna na inne waluty (np. euro) [74].

<sup>2</sup> Miękka waluta to przeciwieństwo twardej waluty (np. polski złoty) [74].

## **Zakres pracy**

Zakres pracy obejmuje następujące zagadnienia:

- analiza istniejących rozwiązań na rynku,
- wybór technologii do wykonania aplikacji webowej,
- opisanie metody predykcji kursu,
- napisanie wymagań projektowych,
- opracowanie projektu według tych wymagań,
- implementacja aplikacji,
- przetestowanie aplikacji.



# 1. Analiza rynkowa

## 1.1. Wstęp

Ten rozdział przedstawia zestawienie najpopularniejszych aplikacji do analizy kursów walut z podziałem na funkcjonalności. Następnie omawia skrótowo technologie wytwarzania aplikacji webowych i uzasadnia ich wybór w projekcie. Na końcu znajduje się opis regresji liniowej i uzasadnienie jej wykorzystania do przewidywania kursów walut.

## 1.2. Konkurencja wykres i kalkulator

Wybrano portale z pierwszych wyników w Google w trybie incognito<sup>3</sup> dla hasła "kursy walut wykres". Omówienie portali znajduje się w: [Tabela 1.1 Przedstawienie portalu [www.kursy-walut-wykresy.mybank.pl/](http://www.kursy-walut-wykresy.mybank.pl/)][Tabela 1.2 Przedstawienie portalu [www.money.pl](http://www.money.pl)][Tabela 1.3 Przedstawienie portalu [www.money.pl](http://www.money.pl)][Tabela 1.4 Przedstawienie portalu [www.cinkciarz.pl](http://www.cinkciarz.pl)].

Każda strona pozwala na wybór waluty i okresu. Stron realizujących funkcjonalność wykresu i kalkulatora jest bardzo dużo, jednak żadna z nich nie pokazuje predykcji i tylko jedna z nich ma jakiegokolwiek powiadomienia. Często takie strony pokazują też indeksy giełdowe, kursy surowców, artykuły finansowe, zestawienia produktów bankowych i porównanie kursu w kantorach internetowych.

Tabela 1.1 Przedstawienie portalu [www.kursy-walut-wykresy.mybank.pl/](http://www.kursy-walut-wykresy.mybank.pl/).

Strona	<a href="https://kursy-walut-wykresy.mybank.pl/">https://kursy-walut-wykresy.mybank.pl/</a>
Opis	Portal finansowy skupiający się na opisach produktów finansowych.
Wykres	- oferuje trzy rodzaje kursu (kupna, sprzedaży, NBP), - wykres generowany jako <i>&lt;img&gt;</i> , nieinteraktywny, - każda zmiana parametrów to przeładowanie strony.
Kalkulator	- kurs NBP, - wyliczenie to przeładowanie strony, - wyświetla przelicznik.
Powiadomienia	brak
Predykcja	brak
Inne	- forum, - artykuły, - strona jest przeciążona komponentami (np. przy podstronie kalkulatora, sam kalkulator zawiera ok. 10% ekranu).

Źródło: Opracowanie własne.

<sup>3</sup> Użyto trybu incognito, żeby uniknąć personalizacji wyników pod historię aktywności autorki.

Tabela 1.2 Przedstawienie portalu [www.money.pl](http://www.money.pl)

Strona	<a href="https://www.money.pl/pieniadze/nbp/srednie/">https://www.money.pl/pieniadze/nbp/srednie/</a>
Opis	Portal finansowy skupiający się na artykułach finansowych.
Wykres	- oferuje dwa rodzaje kursu (NBP, forex) i jego średnią, - wykres generowany jako <i>&lt;canvas&gt;</i> (przez framework Chart.js), interaktywny,
Kalkulator	- kurs NBP, - wyliczenie to przekierowanie do podstrony z zestawieniem kosztów dla konkretnych kantorów internetowych.
Powiadomienia	brak
Predykcja	brak
Inne	- artykuły

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 1.3 Przedstawienie portalu [www.money.pl](http://www.money.pl)

Strona	<a href="https://www.bankier.pl/waluty/kursy-walut/nbp/EUR">https://www.bankier.pl/waluty/kursy-walut/nbp/EUR</a>
Opis	Portal finansowy skupiający się na artykułach finansowych.
Wykres	- oferuje trzy rodzaje kursu (NBP, forex, celne), - wykres generowany jako <i>&lt;rect&gt;</i> , interaktywny.
Kalkulator	- kurs NBP.
Powiadomienia	brak
Predykcja	brak
Inne	brak

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 1.4 Przedstawienie portalu [www.cinkciarz.pl](http://www.cinkciarz.pl)

Strona	<a href="https://cinkciarz.pl/wymiana-walut/kursy-walut-cinkciarz-pl/eur/pln">https://cinkciarz.pl/wymiana-walut/kursy-walut-cinkciarz-pl/eur/pln</a>
Opis	Usługi finansowe, w szczególności kantor online.
Wykres	- oferuje jeden rodzaj kursu (kantor cinkciarz), - wykres generowany jako <i>&lt;rect&gt;</i> , interaktywny, - wybór typu wykresu (liniowy, świecowy), - brak linii poziomych i pionowych sprawia, że jest mało czytelny.
Kalkulator	- kurs kantoru cinkciarz, - wyświetla przelicznik.
Powiadomienia	- powiadomienia SMS poniżej wybranego kursu, brak daty ważności.
Predykcja	brak
Inne	- strona dobrze zaprojektowana.

Źródło: Opracowanie własne.

### 1.3. Konkurencja powiadomienia

Portale z pierwszej strony wyników Google w trybie incognito dla hasła “powiadomienia kurs walut”. Wybrano portale, które rzeczywiście realizowały tę funkcjonalność, a nie te które np. wysyłały powiadomienia o ofertach bankowych. Omówienie portali znajduje się w: [Tabela 1.5 Przedstawienie portalu [www.alertwalutowy.pl](http://www.alertwalutowy.pl)][Tabela 1.6 Przedstawienie portalu [www.rkantor.com](http://www.rkantor.com)].

Autorka nie omawia aplikacji mobilnych, bo nie uznaje je za konkurencję. Na rynku polskim są tylko trzy portale z taką funkcjonalnością i żaden z nich nie używa kursu NBP lub forex.

Konkurencją w tej kategorii jest też wcześniej omawiamy portal znajdujący się w tabeli [Tabela 1.4 Przedstawienie portalu [www.cinkciarz.pl](http://www.cinkciarz.pl)].

Tabela 1.5 Przedstawienie portalu [www.alertwalutowy.pl](http://www.alertwalutowy.pl)

Strona	<a href="https://alertwalutowy.pl/ustawalert/">https://alertwalutowy.pl/ustawalert/</a>
Opis	Serwis tylko do alertów walutowych.
Wykres	brak
Kalkulator	brak
Powiadomienia	- kurs najtańszego kantoru walutowego, - powiadomienie e-mail poniżej wybranego kursu, - brak daty ważności.
Predykcja	brak
Inne	- możliwość otrzymywania codziennych powiadomień z aktualnym kursem.

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 1.6 Przedstawienie portalu [www.rkantor.com](http://www.rkantor.com)

Strona	<a href="https://www.rkantor.com/newsy/n/alert-sms-szybkie-powiadomienie-o-najlepszym-kursi/">https://www.rkantor.com/newsy/n/alert-sms-szybkie-powiadomienie-o-najlepszym-kursi/</a>
Opis	Kantor internetowy.
Wykres	- oferuje jeden rodzaj kursu (kantor rkantor), - wykres generowany jako <canvas>, interaktywny, - wybór typu wykresu (liniowy, świecowy), - nie jest responsywny.
Kalkulator	- kurs kantoru rkantor
Powiadomienia	- powiadomienie sms poniżej wybranego kursu, ustawienie daty ważności.
Predykcja	brak
Inne	brak

Źródło: Opracowanie własne.

## 1.4. Konkurencja predykcyjna

### Rynek polski

Pierwsze dwie strony wyników Google z trybie incognito dla haseł „kurs walut predykcyjna” i „kurs walut prognoza” zawierały w większości artykuły, które omawiały na bieżąco kursy (np. „Prognoza walutowa: perspektywy złotego nieco się poprawiły” [3]). Na rynku polskim są tylko dwa portale pokazujące predykcje, ale portal [Tabela 1.7 Przedstawienie portalu [www.usdforecast.com](http://www.usdforecast.com)] nie pokazuje wykresów, a portale [Tabela 1.8 Przedstawienie portali [www.kursfunta.info.pl](http://www.kursfunta.info.pl), [www.kursdolara.info.pl](http://www.kursdolara.info.pl), [www.sprawdzeuro.pl](http://www.sprawdzeuro.pl)] nie umożliwiają wyboru waluty. Brak wystarczających rozwiązań na polski rynek sprawił, że zostanie przeanalizowany też rynek angielskojęzyczny.

Tabela 1.7 Przedstawienie portalu [www.usdforecast.com](http://www.usdforecast.com)

Strona	<a href="http://usdforecast.com/pl/">http://usdforecast.com/pl/</a>
Opis	Portal z prognozami przygotowany przez EFA (The Economy Forecast Agency).
Wykres	brak
Predykcyjna	<ul style="list-style-type: none"><li>- kurs czterech walut (dolara, euro, funta, franka),</li><li>- kurs forex,</li><li>- codzienna na miesiąc wprzód lub comiesięczna na dwa lata wprzód.</li></ul>
Inne	<ul style="list-style-type: none"><li>- jest to okrojona wersja głównego portalu tej agencji,</li><li>- zlokalizowana na rynki: polski, brazylijski, nigeryjski i turecki,</li><li>- tłumaczenie na rynek polski jest zrobione automatycznie.</li></ul>

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 1.8 Przedstawienie portali [www.kursfunta.info.pl](http://www.kursfunta.info.pl), [www.kursdolara.info.pl](http://www.kursdolara.info.pl), [www.sprawdzeuro.pl](http://www.sprawdzeuro.pl)

Strona	<a href="http://kursfunta.info.pl/">http://kursfunta.info.pl/</a> <a href="http://kursdolara.info.pl/">http://kursdolara.info.pl/</a> <a href="http://sprawdzeuro.pl/">http://sprawdzeuro.pl/</a>
Opis	Strony przygotowane do pokazywania prognozy jednej waluty.
Wykres	- wykres generowany jako <svg> (przez framework Chartist.js), interaktywny.
Predykcyjna	<ul style="list-style-type: none"><li>- kurs jednej waluty (odpowiednio funta, dolara, euro),</li><li>- brak informacji o rodzaju kursu,</li><li>- codzienna na 16 lub 32 dni,</li></ul>
Inne	<ul style="list-style-type: none"><li>- strony zrobione są przez tego samego autora (identyczny kod i layout),</li><li>- strony wydają się być niegotowe (bezużyteczny przycisk, brak informacji o autorstwie i pochodzeniu danych, brak wyboru waluty na stronie ani nawet odsyłaczy do innych stron autora).</li></ul>

Źródło: Opracowanie własne.

## Rynek angielskojęzyczny

Pierwsze dwie strony wyników w Google w trybie incognito dla hasła „exchange rate forecast” również zawierały w większości artykuły. Omówienie portali znajduje się w: [Tabela 1.9 Przedstawienie portalu [www.longforecast.com](http://www.longforecast.com)][Tabela 1.10 Przedstawienie portalu [www.tradingeconomics.com](http://www.tradingeconomics.com)][Tabela 1.11 Przedstawienie portalu [www.oxfordeconomics.com](http://www.oxfordeconomics.com)][Tabela 1.12 Przedstawienie portalu [www.walletinvestor.com](http://www.walletinvestor.com)].

Tylko połowa z wymienionych portali pokazuje predykcje w formie wykresu, a żaden z nich nie wyświetla ich razem z wykresem historycznym.

Tabela 1.9 Przedstawienie portalu [www.longforecast.com](http://www.longforecast.com)

Strona	<a href="https://longforecast.com/">https://longforecast.com/</a>
Opis	Portal z prognozami przygotowany przez EFA (The Economy Forecast Agency).
Wykres	brak
Predykcja	- kurs dwudziestu dwóch walut, - kurs forex, - codzienna na miesiąc wprzód lub comiesięczna na cztery lata wprzód.
Inne	brak

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 1.10 Przedstawienie portalu [www.tradingeconomics.com](http://www.tradingeconomics.com)

Strona	<a href="https://tradingeconomics.com/forecast/currency">https://tradingeconomics.com/forecast/currency</a>
Opis	Portal finansowy skupiający się na podawaniu bieżących informacji dla inwestorów.
Wykres	brak
Predykcja	- kurs dużej ilości walut, - kurs forex, - cztery kolejne kwartały roku.
Inne	brak

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 1.11 Przedstawienie portalu [www.oxfordeconomics.com](http://www.oxfordeconomics.com)

Strona	<a href="https://www.oxfordeconomics.com/exchange-rate-service">https://www.oxfordeconomics.com/exchange-rate-service</a>
Opis	Strona firmy ekonomicznej oferującej usługi doradców finansowych.
Wykres	- wykresy znajdują się w raporcie.
Predykcja	- kurs 150 walut, - kurs forex, - osiem kolejnych kwartałów w roku,
Inne	- usługa płatna, - dostarcza co miesiąc raport z przewidywaniami zrobionymi przez wykształconych ekonomistów.

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 1.12 Przedstawienie portalu [www.walletinvestor.com](http://www.walletinvestor.com)

Strona	<a href="https://walletinvestor.com/forex-forecast">https://walletinvestor.com/forex-forecast</a>
Opis	Portal finansowy skupiają się na podawaniu bieżących informacji dla inwestorów.
Wykres	- wykres generowany jako <i>&lt;img&gt;</i> , nieinteraktywny.
Predykcja	- kurs dużej ilości walut, - kurs forex, - codzienna na dziesięć dni wprzód lub comiesięczna na pięć lat wprzód, - predykcja za pomocą uczenia maszynowego.
Inne	- dodatkowa opłata za predykcję codzienną do 180 dni lub cegodzinną do 30 dni.

Źródło: Opracowanie własne.

### 1.5. Podsumowanie konkurencji

Żadne z konkurencyjnych rozwiązań nie było zadawalające, bo nie spełniało wszystkich potrzeb użytkownika (opisanych w rozdziale [2.4]). Narzędzia potrzebne do analizowania kursów są albo rozproszone po wielu aplikacjach albo niewystarczające.

Sprawia to, że użytkownik boryka się z następującymi problemami:

- marnowanie czasu - przełączanie się pomiędzy różnymi aplikacjami zajmuje dużo czasu (ponowne wpisywanie ustawień),
- dezorientacja - przełączanie się pomiędzy różnymi aplikacjami sprawia, że trzeba ponownie się uczyć ich obsługi,
- utrudniona analiza predykcji – brak wykresu przeszkadza w analizie.

Pomyślne rozwiązanie problemu powinno ułatwiać analizę kursów poprzez umiejscowienie potrzebnych funkcjonalności w jednym miejscu i dodanie brakujących.

## 1.6. Technologie aplikacji webowych

### Front-end<sup>4</sup>

Strona internetowe składają się ostatecznie tylko z plików HTML, CSS i JavaScript. Można takie pliki pisać samodzielnie albo wykorzystywać narzędzia, które usprawniają ten proces. Obecna dobra praktyka w branży zaleca używanie frameworków<sup>5</sup>. Najpopularniejsze z nich to: React, Angular i Vue [4]. Omówienie ich znajduje się w [Tabela 1.13 Porównanie frameworków React, Angular, Vue między sobą].

Tabela 1.13 Porównanie frameworków React, Angular, Vue między sobą

	Angular	Vue	React
Historia	2010, wspierany przez Google	2014	2013, wspierany przez Facebooka
Popularność	średnia	mała	duża
Wielkość	duża	mała	średnia
Trudność	duża	mała	średnia
Wydajność	niska (manipulacja na prawdziwym DOM)	wysoka (manipulacja na wirtualnym DOM)	wysoka (manipulacja na wirtualnym DOM)
Elastyczność	mała (wszystkie rozwiązania dostarcza sam framework)	duża	duża

Źródło: Opracowanie własne.

Do projektu został wybrany Angular, ponieważ dostarcza on wszystkie potrzebne rozwiązania (np. routing), wymusza dobrą architekturę i bazuje na standardach [5].

### Back-end<sup>6</sup>

Został wybrany model BaaS (Backend as a Service), ponieważ pozwala on na skupieniu się na front-endzie [6]. Dostawcami takiego rozwiązania są m.in. Firebase, Azure, AWS i Heroku. Zdecydowano się na Firebase, ponieważ ma on dedykowaną bibliotekę AngularFire [7] do współpracowania z Angularem.

### Design

Framework CSS sprawia, że strona internetowa jest ładna i ustandaryzowana. Dla Angulara najczęściej polecanymi platformami jest Bootstrap [8] i Angular Material Design [9]. Chociaż Angular Material Design jest wykonany z myślą o aplikacjach Angularowych to Bootstrap lepiej sobie radzi z responsywnością [10]. Wybrano zatem Bootstrap.

<sup>4</sup> W nomenklaturze developerów aplikacji webowych oznacza stronę klienta [75].

<sup>5</sup> „Platforma programistyczna to szkielet do budowy aplikacji.” [76]

<sup>6</sup> W nomenklaturze developerów aplikacji webowych oznacza stronę serwera [75].

## 1.7. Pochodzenie danych o kursach walut

Do analizy kursów walut używa się w Polsce albo kursu średniego NBP albo kursu forex [11]. Dla kursu NBP udostępnione jest API pod adresem internetowym <http://api.nbp.pl/>. Jest ono bezpłatne i bez ograniczeń. Dla kursu forex jest kilka polskich i kilkadziesiąt zagranicznych serwisów udostępniających API. Niestety, każdy z nich w wersji bezpłatnej ma jakieś ograniczenia (np. określona liczba zapytań, brak wsparcia dla par z polską walutą). Dlatego zdecydowano się na kurs NBP.

## 1.8. Predykcja kursów walutowych

Regresja liniowa jest jednym z podstawowych metod predykcji danych [12] przez swoją prostotę i pewność [13]. Według badaczy metoda ta osiąga nawet 82% skuteczności dla notowań giełdowych [13] i 63% dla kursów walut [14].

*„Funkcja regresji jest matematycznym przybliżeniem przyporządkowania wartości jednej cechy (lub wielu cech) wartościom innej cechy. Funkcja regresji liniowej  $y$  względem  $x$  opisuje zależność cechy statystycznej  $y$  (zmienna objaśniana) od cechy statystycznej  $x$  (zmienna objaśniająca). Zależność ta dana jest równaniem:” [15] (1) [16].*

$$\hat{y}_i = a \cdot x_i + b \quad (1)$$

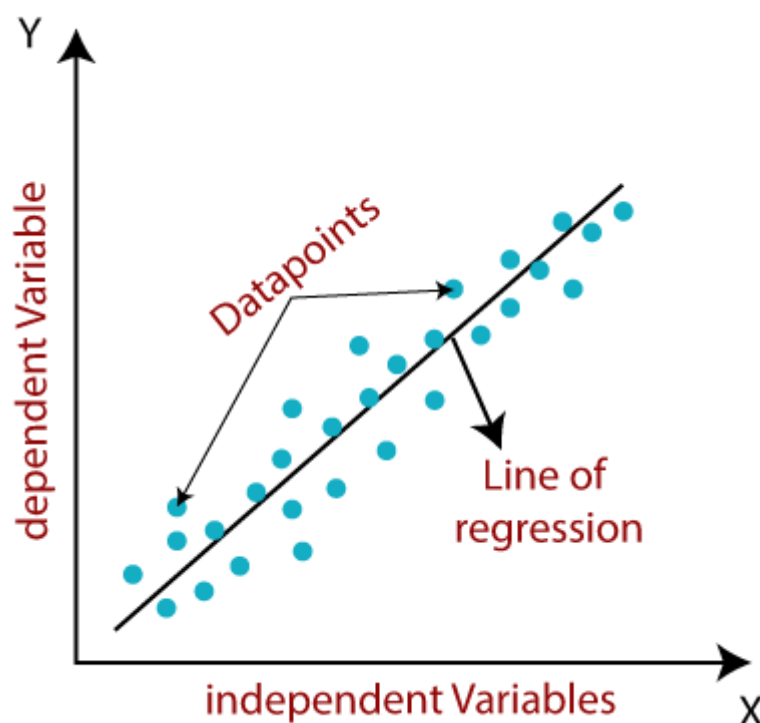
Gdzie:

$\hat{y}_i$  = zmienna objaśniana,

$x_i$  = zmienna objaśniająca,

$a$  = współczynnik regresji,

$b$  = wyraz wolny.



Rysunek 1.1 Graficzne przedstawienie regresji liniowej

Źródło: [17].



„Do wyznaczania parametrów prostej regresji jednej zmiennej (oraz linii trendu) używamy metody najmniejszych kwadratów (MNK).” Wzór (2) przedstawia sposób wyliczenia współczynnika regresji, a wzór (3) sposób wyliczenia wyrazu wolnego. [16]

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (2)$$

$$b = \bar{y} - a\bar{x} \quad (3)$$

Gdzie:

$\bar{x}$  = średnia x,

$\bar{y}$  = średnia y.

Rysunek ułatwiający zrozumienie regresji liniowej znajduje się powyżej [Rysunek 1.1 Graficzne przedstawienie regresji liniowej].

W przypadku przewidywania kursów walut, zmienna objaśniana to wartość kursu, a zmienna objaśniająca to data.

Metoda ta zostanie użyta do predykcji wartości kursów walutowych, ponieważ jest prosta do zrozumienia dla użytkownika, pokazuje ogólne trendy i jej używanie pozwala zaoszczędzić pieniądze [18].

## 2. Wymagania projektowe

### 2.1. Wstęp

Ten rozdział to nieformalny, ogólny i skrócony opis oczekiwanego oprogramowania. Zawiera on: cel wytworzenia oprogramowania, listę podstawowych funkcjonalności, profil użytkownika i środowisko, na którym ma działać aplikacja.

System będzie umożliwiał przeglądanie i wyszukiwanie informacji o kursach walut. Użytkownik będzie mógł wybierać w jaki sposób system będzie wyświetlał mu informacje, będzie mógł dokonać obliczeń związanych z walutami oraz będzie mógł ustawić powiadomienia, które system wyśle mu po spełnieniu pewnych kryteriów.

### 2.2. Sformułowanie problemu

Problem zostaje omówiony w [Tabela 2.1 Omówienie problemu].

Tabela 2.1 Omówienie problemu

Problem	Narzędzia potrzebne do uzyskiwania informacji potrzebnych do analizy są rozproszone po wielu aplikacjach i są niewystarczające.
Wpływ problemu	Przełączanie się pomiędzy różnymi aplikacjami zajmuje dużo czasu (ponowne wpisywanie ustawień). Przełączanie się pomiędzy różnymi aplikacjami jest dezorientujące (zapoznawanie się z nową aplikacją). Analiza przewidywań kursów walut jest utrudniona przez brak wykresów. Niewystarczający system powiadomień sprawia, że użytkownik powinien ręcznie monitorować kursy.
Pomysłne rozwiązanie	Będzie ułatwiało analizę kursu walut przez umiejscowienie potrzebnych funkcjonalności w jednym miejscu oraz dodanie brakujących.

Źródło: Opracowanie własne.

### 2.3. Funkcjonalności

- wyświetlanie wykresu dla wybranej waluty i dla wybranego okresu z wartościami: historycznego kursu, średniego kursu, przewidywanego kursu,
- przeliczanie kwot kalkulatorem walutowym,
- ustawianie alertów walutowych i wysyłanie powiadomień mailowych, gdy kryteria zostaną spełnione.

## **2.4. Użytkownik**

### **Profil użytkownika**

Użytkownikiem aplikacji będzie osoba chcąca zaoszczędzić pieniądze lub czas na procesie wymiany walut. Będzie porozumiewała się językiem polskim i musi mieć dostęp do internetu. Nie jest obeznana z tematami ekonomicznymi i nie zajmuje się inwestowaniem, więc wystarczy jej prosty model predykcji bez oceny ryzyka. Idealnym klientem byłby okazjonalny podróżnik.

### **Ograniczenia**

Użytkownik niezalogowany nie ma dostępu do systemu powiadomień.

## **2.5. Środowisko**

Aplikacja webowa działająca na najpopularniejszych przeglądarkach internetowych.

## 3. Projekt

### 3.1. Wstęp

Ten rozdział opisuje proces projektowania aplikacji. Proces projektowania oprogramowania jest procesem inżynierii oprogramowania. Kroki tego procesu i ich kolejność zostały zaczerpnięte z literatury [19] [20]. Rozdział zawiera m.in.: słownik, spis wymagań, diagram klas, diagram przypadków użycia, strukturę bazy danych oraz projekt interfejsu.

W diagramach występuje nazewnictwo angielskie, żeby zachować spójność z późniejszą implementacją (implementacja powinna być w języku angielskim [21]). Z tego powodu w słowniku znajduje się tłumaczenie tych słów na język polski.

Wszystkie diagramy UML [22] wykonano w narzędziu Visual Paradigm [23].

### 3.2. Słownik

Historyczny kurs (ang. historical rates) – kurs walut dla przeszłych dni. Został już opublikowany przez NBP.

Kalkulator walutowy (ang. calculator) – kalkulator, które służy do przeliczenia wartości z jednej waluty na drugą.

Kurs walutowy (ang. exchange rate) – cena danej waluty wyrażona w innej walucie.

Narodowy Bank Polski (skrót: NBP) – polski bank centralny. Udostępnia on Web API, służące do wykonywania zapytań na zbiorach danych publikowanych przez serwis <http://api.nbp.pl/>.

Obecny kurs (synonim: bieżący kurs, aktualny kurs; ang. current rate).

Okres (ang. period) – element zamkniętej listy przedziałów czasowych. Lista ta składa się z: 1 tygodnia, 1 miesiąca, 6 miesięcy, 1 roku, 5 lat i maksymalnego zakresu.

Powiadomienie (ang. alert) – informacja o aktualnej wartości waluty przekazana drogą mailową użytkownikowi. Powiadomienie jest wysłane, jeśli powiadomienie jest spełnione.

Powiadomienie kwotowe (ang. amount alert) – powiadomienie, które zostaje wysłane, jeśli obecny kurs spadnie poniżej zadanej kwoty.

Powiadomienia optymalne (ang. optimal alert) – powiadomienie, które zostaje wysłane jak algorytm wyliczy, że obecny kurs jest korzystny.

Przewidywany kurs (synonim: prognoza walutowa, predykcja; ang. forecasts rates) – kurs walut dla przyszłych dni, wyliczony na podstawie jakiegoś modelu.

Średni dzienny kurs walutowy NBP – kurs wyliczany przez NBP. Wykorzystywany jest do celów statystyczno-informacyjnych (bo pokazuje średnią wartość i ogólne trendy) oraz jest podstawą rozliczeń księgowych. Procedura wyliczania wartości jest niezmienna i sformalizowana. Polega ona na tym, że w wybrane dni NBP pyta o godzinie 11:00 dziesięć losowych banków polskich o ich kurs kupna i sprzedaży. Następnie wylicza średnią i odrzuca dwa najniższe i najwyższe wyniki. Wartość końcowa to średnia arytmetyczna pozostałych wartości.

Średni kurs (ang. average rate) – liczba, która jest średnią arytmetyczną historycznych kursów walut, dla wybranego okresu, dla wybranej waluty.

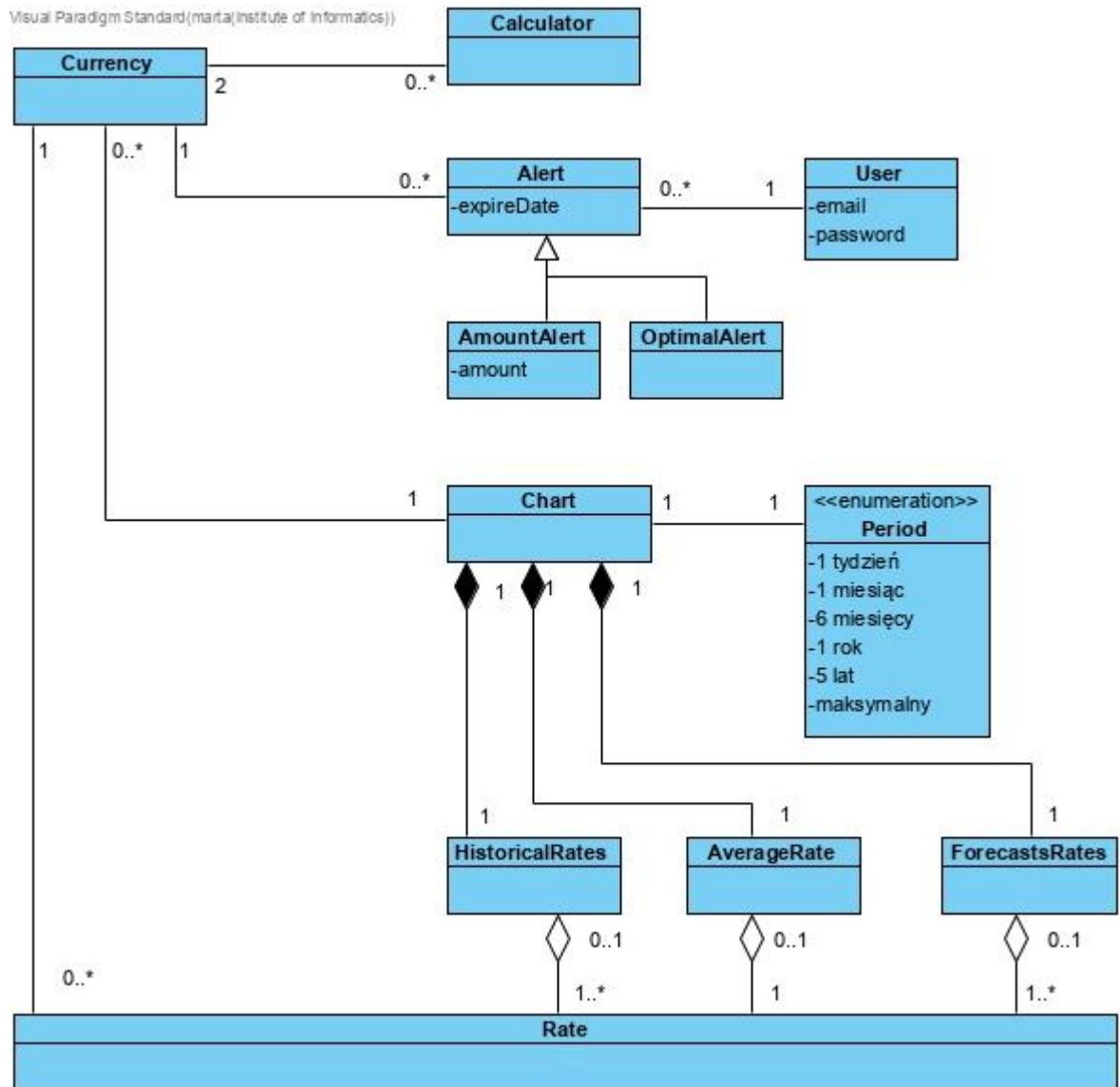
Użytkownik (ang. user).

Waluta (ang. currency).

Wykres (ang. chart).

### 3.3. Model domenowy

Model domenowy reprezentuje kluczowe byty w analizowanej dziedzinie i zależności między nimi [19]. Zawiera on klasy, związki i atrybuty występujące w regułach biznesowych. Poniżej znajduje się model [Rysunek 3.1 Diagram modelu domenowego].



Rysunek 3.1 Diagram modelu domenowego

Źródło: Opracowanie własne.

### **3.4. Reguły biznesowe**

Reguły biznesowe określono według szablonów RuleSpeak [24].

#### **Ograniczenia struktury**

Użytkownik musi mieć unikatowy email.

Hasło użytkownika musi składać się przynajmniej z 6 znaków.

Data ważności alertu nie może być starsza niż data jego utworzenia.

#### **Ograniczenia operacji**

Użytkownik nie może zmienić emaila.

Użytkownik nie może zmienić istniejącego już powiadomienia.

#### **Wnioski**

Alert kwotowy musi być wykonany, a następnie usunięty, jeśli kurs obecny jest niższy niż kwota alertu.

Alert musi być wykonany, a następnie usunięty, jeśli aktualna data jest starsza niż jego data ważności.

#### **Obliczenia**

Średni kurs (na diagramie [Rysunek 3.1 Diagram modelu domenowego] oznaczony AverageRate) musi być obliczony jako średnia arytmetyczna kursów historycznych dla wybranego okresu i waluty.

### **3.5. Wymagania**

Przedstawiono wymagania jako zbiór historyjek użytkownika. Podsumowano wymagania w formie piktogramów [Rysunek 3.2 Piktogram wybranych wymagań funkcjonalnych] i [Rysunek 3.3 Piktogram wybranych wymagań niefunkcjonalnych].

#### **Wymagania funkcjonalne**

Jako użytkownik chcę móc zarejestrować się w systemie.

Jako użytkownik chcę móc zalogować się w aplikacji.

Jako zalogowany użytkownik chcę móc przeglądać informacje o swoim koncie.

Jako administrator chcę móc usunąć konto użytkownika, gdyby ten wystąpił z taką prośbą, żeby nie łamać prawa.

Jako użytkownik chcę móc przeglądać informacje o historycznym kursie walut w formie wykresu.

Jako użytkownik chcę móc przeglądać informacje o średnim kursie walut w formie wykresu, żeby móc ocenić czy aktualny kurs jest wyższy czy niższy od średniej.

Jako użytkownik chcę móc przeglądać informacje o przewidywanym kursie walut w formie wykresu, żeby móc wygodnie zobaczyć trendy i podejmować optymalne decyzje finansowe.

Jako użytkownik chcę móc wybrać walutę, dla której wygenerowany zostanie wykres.

Jako użytkownik chcę móc wybrać okres, dla którego wygenerowany zostanie wykres.

Jako użytkownik chcę być poinformowany o pochodzeniu danych na wykresie.

Jako użytkownik chcę być poinformowany o rodzaju modelu predykcji, żeby móc ocenić jego wiarygodność.

Jako użytkownik chcę, żeby aplikacja przeliczyła za mnie kwotę z jednej waluty na drugą.

Jako użytkownik chcę móc podać kwotę do przeliczenia w kalkulatorze.

Jako użytkownik chcę móc wybrać waluty, które biorą udział w obliczeniach.

Jako użytkownik chcę zostać poinformowany o obecnym kursie walut w kalkulatorze.

Jako zalogowany użytkownik chcę móc przeglądać swoje powiadomienia.

Jako zalogowany użytkownik chcę móc skasować swoje powiadomienie.

Jako zalogowany użytkownik chcę móc utworzyć nowe powiadomienie.

Jako zalogowany użytkownik chcę móc ustalić kwotę przy tworzeniu nowego powiadomienia.

Jako zalogowany użytkownik chcę móc wybrać walutę przy tworzeniu nowego powiadomienia.

Jako użytkownik chcę dostać powiadomienie email z obecnym kursem waluty, jeśli powiadomienie zostanie spełnione.



## **Wymagania niefunkcjonalne**

Jako użytkownik chcę, żeby aplikacja była w zrozumiałym dla mnie języku polskim.

Jako użytkownik chcę łączyć się z aplikacją szyfrowanym połączeniem, żeby moje dane były bezpieczne.

Jako administrator chcę, żeby interfejs użytkownika był prosty, co mogę zweryfikować przeprowadzając test użyteczności wśród użytkowników.

Jako administrator chcę, żeby aplikacja działała prawidłowo na komputerach stacjonarnych i urządzeniach mobilnych.




Jako administrator chcę, żeby aplikacja działała prawidłowo przynajmniej w trzech najpopularniejszych przeglądarkach (tj. Google Chrome, Firefox, Safari [25]), żeby dotrzeć do szerokiego grona odbiorców.

Jako administrator chcę, żeby aplikacja działała prawidłowo dla przynajmniej trzech najpopularniejszych w Polsce rozdzielczości (tj. 360x640, 360x720, 360x780 [26]) w pionie lub poziomie.

Jako administrator chcę, żeby aplikacja była dostępna przez 80% czasu, od momentu wdrożenia.

Jako administrator chcę mieć kopię bezpieczeństwa kodu źródłowego, żeby móc edytować lub przywrócić aplikację w razie potrzeby.

## Podsumowanie

	Potrzeba	Cecha
	Konto użytkownika	Rejestracja Logowanie Wyświetlenie informacji o koncie
	Przeglądania informacji o kursie walut	Wybór waluty Wybór przedziału czasowego Generowanie wykresu z danymi: historycznymi, przewidywanymi i średnią Informowanie o rodzaju modelu predykcji Informowanie o pochodzeniu danych
	Wykonywania konwersji między walutami	Wybór dwóch walut Podanie kwoty Obliczenie kwoty z jednej waluty na drugą Informowanie o obecnym kursie wybranych walut
	Zarządzanie powiadomieniami	Przeglądanie powiadomień Dodanie powiadomienia Usunięcie powiadomienia Ustawienie daty ważności Ustawienie kwoty

Rysunek 3.2 Piktogram wybranych wymagań funkcjonalnych

Źródło: Opracowanie własne.

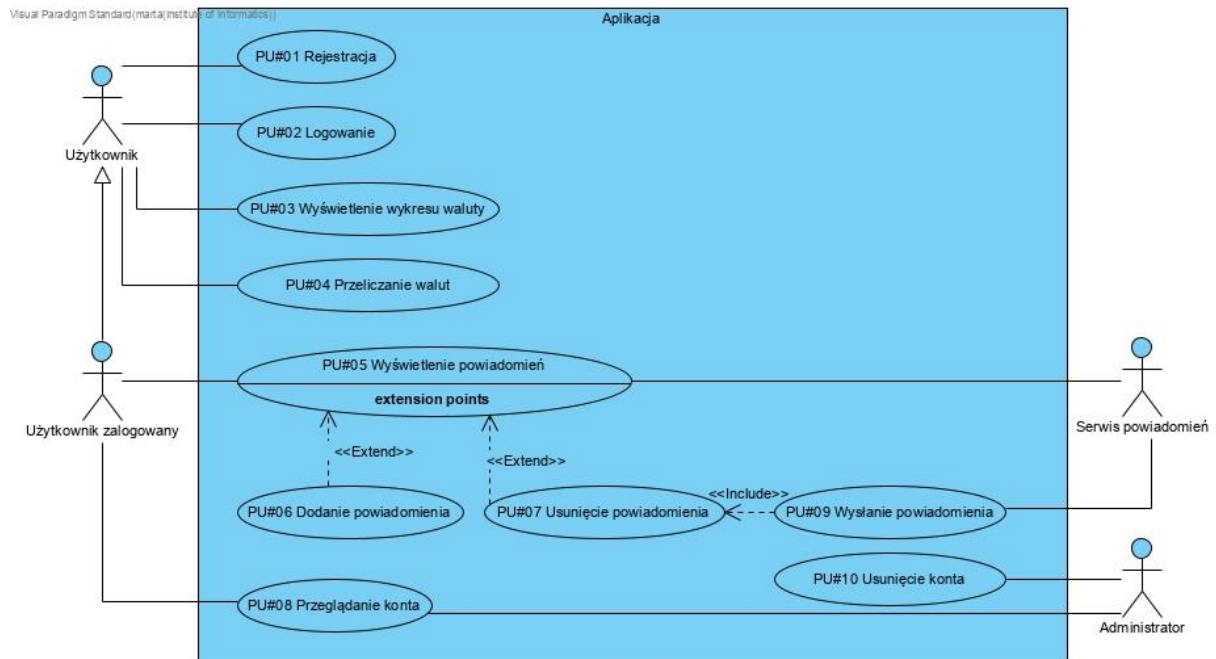
Dotyczy	Cecha
Przeglądarka	  
Urządzenia	  
Skalowalność	360x640, 360x720, 360x780
Kopia	Kodu
Język	
Dostępność	80%

Rysunek 3.3 Piktogram wybranych wymagań niefunkcyjnych

Źródło: Opracowanie własne.

### 3.6. Diagram przypadków użycia

Diagram znajduje się poniżej [Rysunek 3.4 Diagram przypadków użycia].



Rysunek 3.4 Diagram przypadków użycia

Źródło: Opracowanie własne.

### 3.7. Scenariusze przypadków użycia

Scenariusze zostały opisane w tabelach [Tabela 3.1 PU#01 Rejestracja], [Tabela 3.2 PU#02 Logowanie], [Tabela 3.3 PU#03 Wyświetlenie wykresu waluty], [Tabela 3.4 PU#04 Przeliczanie walut], [Tabela 3.5 PU#05 Wyświetlenie powiadomień], [Tabela 3.6 PU#06 Dodanie powiadomienia], [Tabela 3.7 PU#07 Usunięcie powiadomienia], [Tabela 3.8 PU#08 Przeglądanie konta dla użytkownika zalogowanego], [Tabela 3.9 PU#08 Przeglądanie konta dla administratora], [Tabela 3.10 PU#09 Wysłanie powiadomienia], [Tabela 3.11 PU#10 Usunięcie konta].

Tabela 3.1 PU#01 Rejestracja

PU#01	
Nazwa	Rejestracja
Aktor	Użytkownik
Opis	Użytkownik chce się zarejestrować.
Warunki początkowe	
Przebieg główny	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Użytkownik przechodzi do ekranu rejestracji.</li> <li>2. Użytkownik wpisuje email.</li> <li>3. Użytkownik wpisuje hasło.</li> <li>4. Użytkownik klika na przycisk „Rejestracja”.</li> </ol>
Przebieg alternatywny	<p>1a. Serwer odpowiadający za uwierzytelnianie jest niedostępny, wyświetlony zostaje komunikat „Usługa w tej chwili jest niedostępna”, przerwanie PU.</p> <p>2a. Jeśli wpisany ciąg znaków nie jest emailem, wyświetlony zostaje komunikat „Proszę podać prawidłowy e-mail.”</p> <p>4a. Jeśli hasło ma mniej niż 6 znaków, wyświetlony zostaje komunikat „Hasło powinno mieć przynajmniej 6 znaków”.</p> <p>4b. Jeśli email jest już w bazie danych, wyświetlony zostaje komunikat „Ten email jest już używany przez inne konto”.</p>
Warunki końcowe	<p>Nowy użytkownik zostaje dodany do bazy danych.</p> <p>Wyświetlone zostają informacje o koncie (PU#08).</p>

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 3.2 PU#02 Logowanie

PU#02	
Nazwa	Logowanie
Aktor	Użytkownik
Opis	Użytkownik chce się zalogować.
Warunki początkowe	
Przebieg główny	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Użytkownik przechodzi do ekranu logowania.</li> <li>2. Użytkownik wpisuje email.</li> <li>3. Użytkownik wpisuje hasło.</li> <li>4. Użytkownik klika na przycisk „Zaloguj się”.</li> </ol>
Przebieg alternatywny	<p>1a. Serwer odpowiadający za uwierzytelnianie jest niedostępny, wyświetlony zostaje komunikat „Usługa w tej chwili jest niedostępna”, przerwanie PU.</p> <p>2a. Jeśli wpisany ciąg znaków nie jest emailem, wyświetlony zostaje komunikat „Proszę podać prawidłowy e-mail.”</p> <p>4a. Jeśli podanego email nie ma w bazie danych, wyświetlony zostaje komunikat „Nie ma użytkownika o takim emailu”.</p> <p>4b. Jeśli hasło się nie zgadza z podanym emailem, wyświetlony zostaje komunikat „Niewłaściwe hasło”.</p>
Warunki końcowe	Wyświetlone zostają informacje o koncie (PU#08).

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 3.3 PU#03 Wyświetlenie wykresu waluty

PU#03	
Nazwa	Wyświetlenie wykresu waluty
Aktor	Użytkownik
Opis	Aplikacja dla waluty i okresu wybranego przez użytkownika wyświetla wykres, na którym znajduje się kurs historyczny, kurs średni i kurs przewidywany.
Warunki początkowe	
Przebieg główny	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Użytkownik przechodzi do ekranu wykresu.</li> <li>2. (Opcjonalnie) Użytkownik wybiera walutę klikając na niej w liście walut.</li> <li>3. (Opcjonalnie) Użytkownik wybiera walutę wpisując część jej nazwy i klikając na walucie w ograniczonej liście walut.</li> <li>4. (Opcjonalnie) Użytkownik wybiera okres klikając na panelu z wszystkimi możliwościami.</li> </ol>
Przebieg alternatywny	1a. Serwis dostarczający kursy walut jest nieosiągalny, wyświetlony zostaje komunikat „Serwer NBP jest w tej chwili niedostępny.” przerwanie PU.
Warunki końcowe	Wyświetlony zostaje właściwy wykres walut i aktualny kurs wybranej waluty. Jeśli kroki 2-4 nie zostały zrealizowane to domyślnymi parametrami dla wyboru waluty jest dolar amerykański, a dla okres - 1 tydzień.

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 3.4 PU#04 Przeliczanie walut

PU#04	
Nazwa	Przeliczanie walut
Aktor	Użytkownik
Opis	Użytkownik przelicza określoną kwotę z jednej waluty na drugą.
Warunki początkowe	
Przebieg główny	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Użytkownik przechodzi do ekranu kalkulatora.</li> <li>2. (Opcjonalnie) Użytkownik wybiera pierwszą walutę klikając na niej w liście walut.</li> <li>3. (Opcjonalnie) Użytkownik wybiera drugą walutę klikając na niej w liście walut.</li> <li>4. (Opcjonalnie) Użytkownik wpisuje ilość na jednej z walut.</li> </ol>
Przebieg alternatywny	1a. Serwis dostarczający kursy walut jest nieosiągalny, wyświetlony zostaje komunikat „Serwer NBP jest w tej chwili niedostępny.” przerwanie PU.
Warunki końcowe	Zmieniona zostaje ilość waluty na walucie niezmienionej przez użytkownika lub jeśli krok 2 i 3 nie został wykonany to drugiej. Dodatkowo poniżej zostaje wyświetlona ilość waluty pierwszej z jej kodem i jej równowartością w drugiej walucie (również z kodem). Jeśli opcjonalne kroki nie zostaną wykonane, to ich domyślna wartość: krok 2 – polski złoty, krok 3 – dolar amerykański, krok 4 – 1 PLN.

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 3.5 PU#05 Wyświetlenie powiadomień

PU#05	
Nazwa	Wyświetlenie powiadomień
Aktor	Użytkownik zalogowany
Opis	Wyświetlone zostają powiadomienia tego użytkownika.
Warunki początkowe	W bazie istnieje przynajmniej jedno powiadomienie przypisane do tego użytkownika.
Przebieg główny	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Użytkownik przechodzi do ekranu alertów walutowych.</li> </ol>
Przebieg alternatywny	
Warunki końcowe	Wyświetlone zostają alerty tego użytkownika z podziałem na alerty kwotowe i alerty optymalne. Dla alertu wyświetlony jest jego numer, waluta, termin ważności i kwota.

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 3.6 PU#06 Dodanie powiadomienia

PU#06	
Nazwa	Dodanie powiadomienia
Aktor	Użytkownik zalogowany
Opis	Użytkownik dodaje sobie alert walutowy.
Warunki początkowe	Użytkownik wyświetla swoje powiadomienia (PU#05).
Przebieg główny	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. System wyświetla propozycję dodania nowego alertu.</li> <li>2. (Opcjonalnie) Użytkownik wybiera walutę klikając na niej w liście walut.</li> <li>3. (Opcjonalnie) Użytkownik wybiera termin ważności wpisując datę w formacie „rrrr-mm-dd” lub wybierając datę z kalendarza.</li> <li>4. Użytkownik wpisuje kwotę.</li> <li>5. Użytkownik klika na przycisk „Dodaj”.</li> </ol>
Przebieg alternatywny	<p>3a. Jeśli użytkownik wpisze datę starszą niż obecny dzień, to pole zostaje podkreślone na czerwono, a przycisk „Dodaj” staje się nieaktywny.</p> <p>4a. Jeśli użytkownik wpisze ciąg znaków, która nie jest liczbą, to pole zostaje podkreślone na czerwono, a przycisk „Dodaj” staje się nieaktywny.</p>
Warunki końcowe	Nowy alert zostaje dodany do bazy danych i pojawia się natychmiast na liście alertów.

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 3.7 PU#07 Usunięcie powiadomienia

PU#07	
Nazwa	Usunięcie powiadomienia
Aktor	Użytkownik zalogowany
Opis	Użytkownik może usunąć swój alert.
Warunki początkowe	Użytkownik wyświetla swoje powiadomienia (PU#05).
Przebieg główny	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. System wyświetla przycisk „Usuń” koło każdego alertu na liście.</li> <li>2. Użytkownik klika przycisk „Usuń”.</li> </ol>
Przebieg alternatywny	
Warunki końcowe	Alert zostaje usunięty z bazy danych i natychmiast znika z listy alertów.

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 3.8 PU#08 Przeglądanie konta dla użytkownika zalogowanego

PU#08	
Nazwa	Przeglądanie konta
Aktor	Użytkownik zalogowany
Opis	Użytkownik może przeglądać informacje dotyczące jego konta użytkownika.
Warunki początkowe	
Przebieg główny	1. Użytkownik przechodzi do ekranu konta.
Przebieg alternatywny	
Warunki końcowe	Wyświetlony zostaje email użytkownika i data jego ostatniego logowania.

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 3.9 PU#08 Przeglądanie konta dla administratora

PU#08	
Nazwa	Przeglądanie konta
Aktor	Administrator
Opis	Administrator może przeglądać wszystkie dane użytkownika z wyjątkiem hasła.
Warunki początkowe	Administrator jest zalogowany na platformie uwierzytelniania z odpowiednimi uprawnieniami.
Przebieg główny	1. Administrator przechodzi do ekranu wyświetlającego listę użytkowników. 2. Administrator znajduje interesujące go konto.
Przebieg alternatywny	
Warunki końcowe	Wyświetlony zostaje email użytkownika i data jego ostatniego logowania.

Źródło: Opracowanie własne.



Tabela 3.10 PU#09 Wysyłanie powiadomienia

PU#09	
Nazwa	Wysyłanie powiadomienia
Aktor	Serwis powiadomień
Opis	Serwis powiadomień sprawdza codziennie czy powiadomienie jest spełnione i jeśli tak to wysyła informacje użytkownikowi emailom.
Warunki początkowe	Istnieje przynajmniej jedno możliwe do spełnienia powiadomienie w bazie danych.
Przebieg główny	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Serwis pobiera wszystkie powiadomienia i dla każdego z nich decyduje czy zostaje ono spełnione. Powiadomienie jest spełnione, jeśli aktualny kurs waluty jest niższy niż parametr ilość, data ważności minęła lub algorytm uznał, że teraz jest optymalny moment.</li> <li>2. Serwis wysyła email do właściciela powiadomienia z aktualnym kursem.</li> <li>3. Serwis usuwa powiadomienie.</li> </ol>
Przebieg alternatywny	
Warunki końcowe	Email został wysłany i alert został usunięty z bazy danych.

Źródło: Opracowanie własne.

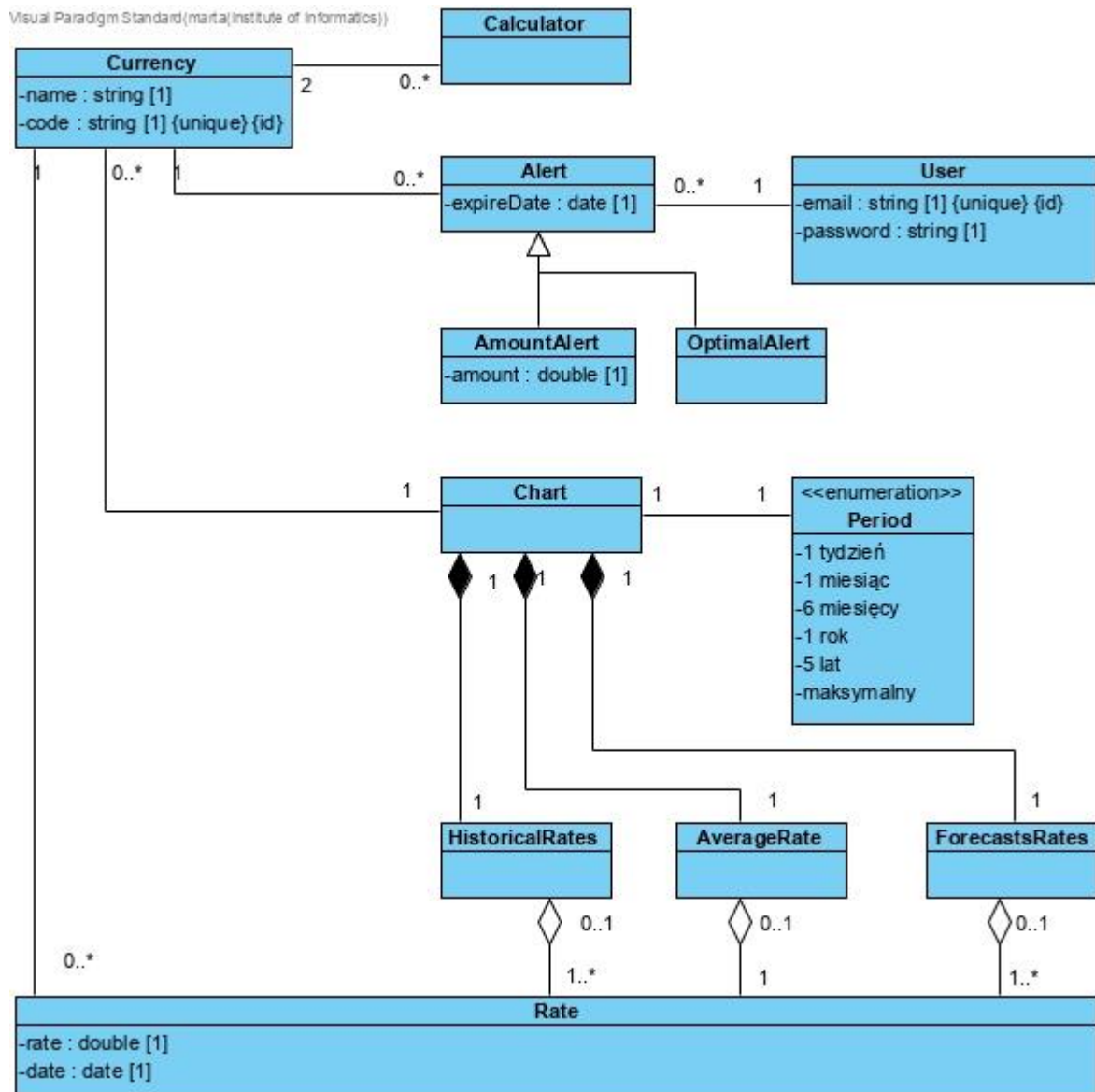
Tabela 3.11 PU#10 Usunięcie konta

PU#10	
Nazwa	Usunięcie konta
Aktor	Administrator
Opis	Administrator może usunąć konto użytkownika na jego prośbę.
Warunki początkowe	Administrator jest zalogowany na platformie uwierzytelniania z odpowiednimi uprawnieniami.
Przebieg główny	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Administrator przechodzi do ekranu wyświetlającego listę użytkowników.</li> <li>2. Administrator znajduje interesujące go konto.</li> <li>3. Administrator usuwa konto.</li> </ol>
Przebieg alternatywny	
Warunki końcowe	Konto zostaje usunięte z bazy danych, więc nie można się już zalogować na jego dane.

Źródło: Opracowanie własne.

### 3.8. Model informacyjny

Model informacyjny to uszczegółowienie modelu domenowego. Model ten definiuje szczegóły danych, które są zarządzane lub utrwalane przez system [19]. Model znajduje się poniżej [Rysunek 3.5 Diagram modelu informacyjnego].



Rysunek 3.5 Diagram modelu informacyjnego

Źródło: Opracowanie własne.

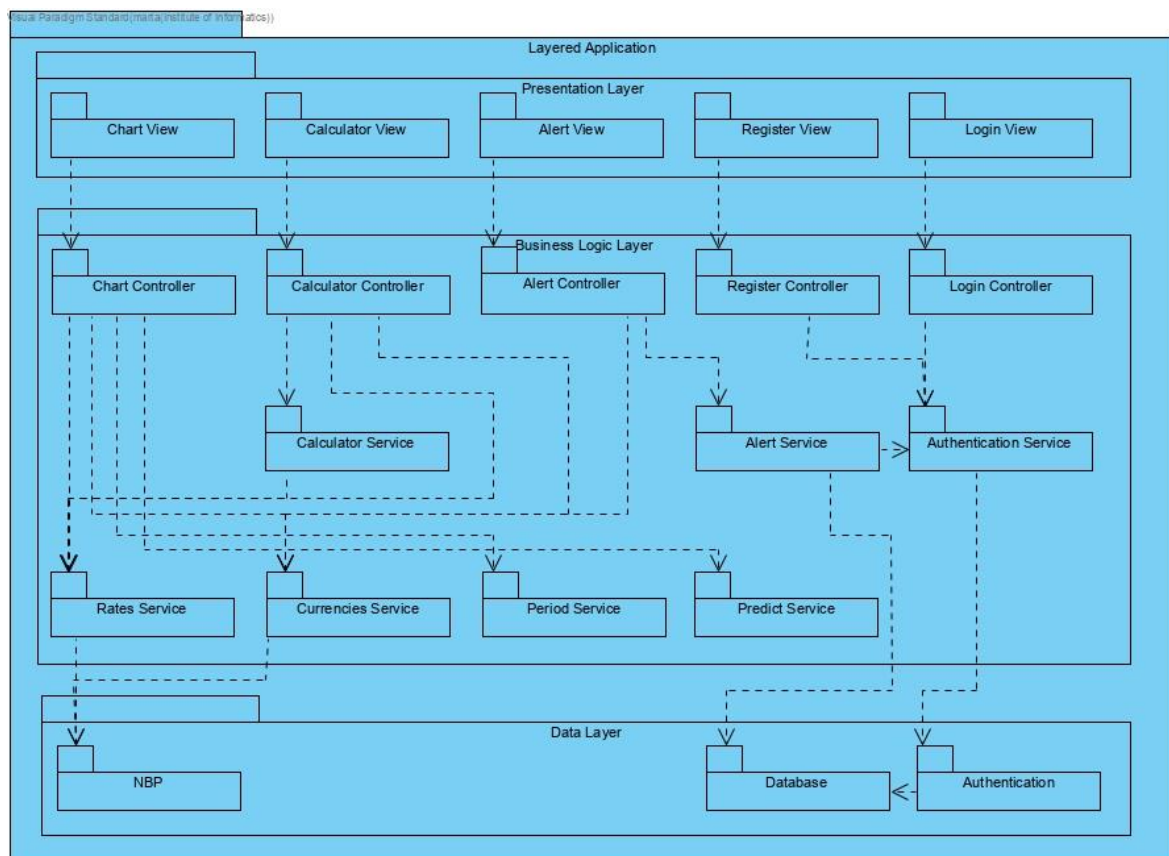
### 3.9. Architektura logiczna

Architektura logiczna określa strukturę kodu. Zastosowana wzorzec strukturalny warstwowy (ang. layers) oraz wzorzec interaktywny MVC (model-view-controller) [27].

Wzorzec warstwowy poleca na podzieleniu elementów na warstwy realizujące podobne zadania. Został zrealizowany poprzez podzielenie aplikacji na trzy warstwy: prezentacji (presentation), logiki biznesowej (business logic) i dostępu do danych (data).

Wzorzec Model-Widok-Kontroler został zrealizowany w następujący sposób. Elementy widoku to elementy o nazwie view, elementy kontrolera to elementy o nazwie controller, elementy modelu to elementy o nazwie service i wszystkie elementy z warstwy danych.

Diagram znajduje się poniżej [Rysunek 3.6 Diagram modelu logicznego].

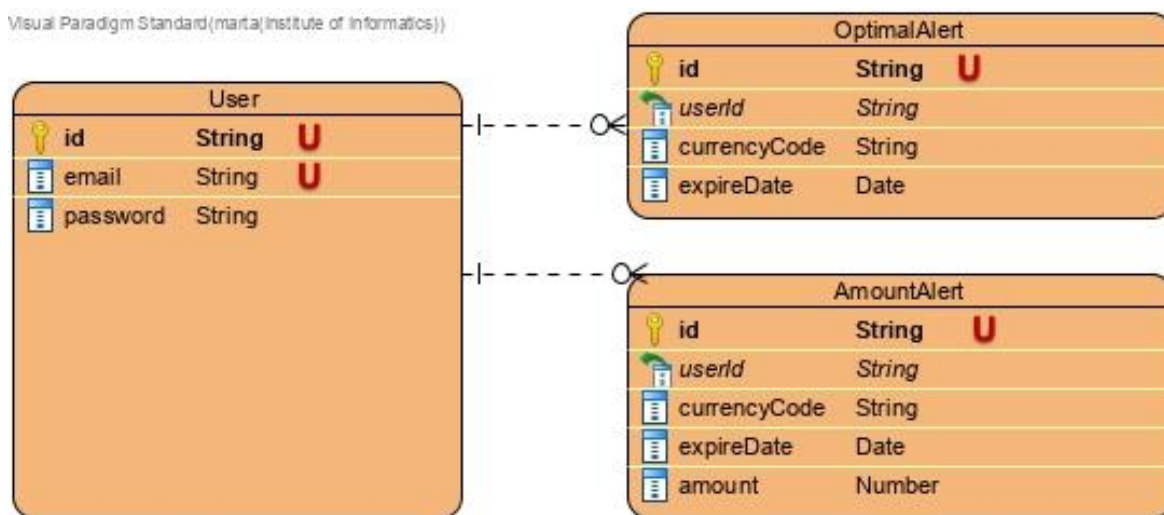


Rysunek 3.6 Diagram modelu logicznego

Źródło: Opracowanie własne.

### 3.10. Schemat bazy danych

Schemat bazy danych zawiera tylko dane, które będą przechowywane w bazie danych aplikacji po stronie back-endu. Nie ma tutaj zatem struktury danych walut i kursów, bo te są przechowywane przez zewnętrzny serwer NBP (diagram [Rysunek 3.8 Diagram architektury fizycznej]). Schemat bazy danych znajduje się poniżej [Rysunek 3.7 Diagram związków encji].

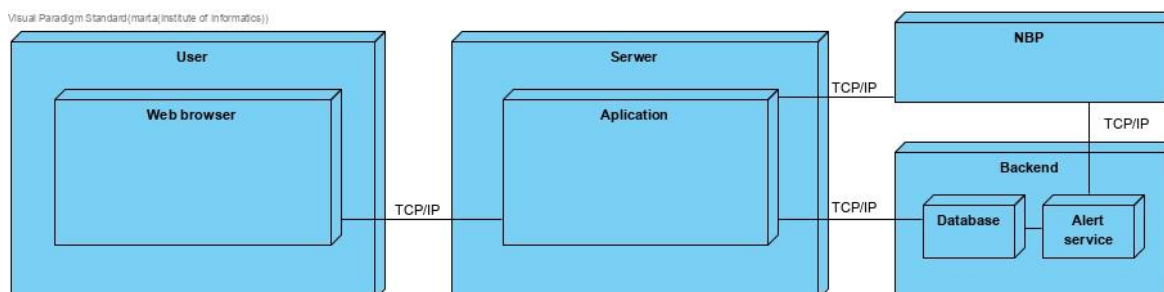


Rysunek 3.7 Diagram związków encji

Źródło: Opracowanie własne.

### 3.11. Architektura fizyczna

Użytkownik włącza na swoim urządzeniu przeglądarkę internetową i łączy się przez internet z serwerem hostującym aplikację i ją pobiera. Podczas działania aplikacji może wystąpić konieczność połączenia się z zewnętrznym serwerem NBP, służącym do uzyskiwania kursów walut. Back-end to część aplikacji działającej niezależnie od użytkownika, która może znajdować się w innym miejscu niż serwer hostujący front-end. Zastosowana wzorzec dla architektury fizycznej klient/serwer [19]. Diagram architektury fizycznej znajduje się poniżej [Rysunek 3.8 Diagram architektury fizycznej].

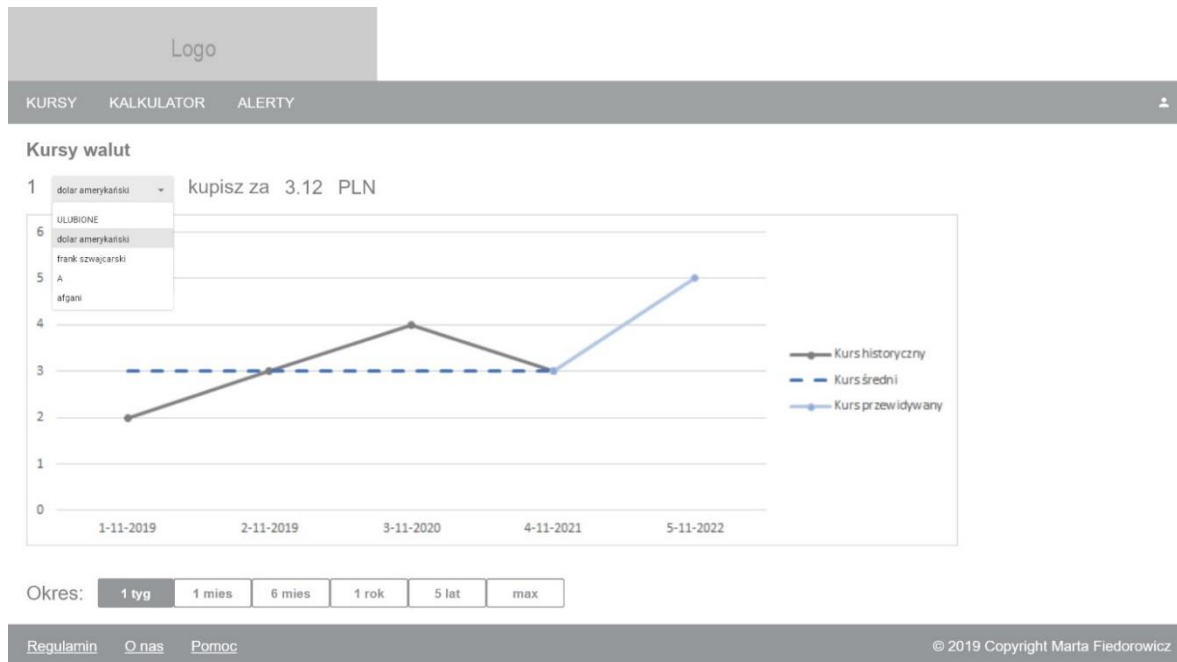


Rysunek 3.8 Diagram architektury fizycznej

Źródło: Opracowanie własne.

### 3.12. Projekt interfejsu

Projekt interfejsu wykonano w narzędziu Adobe XD [28] z pomocą szablonów Material Design [29]. Interfejs wykonany jest zgodnie z dobrymi praktykami [30]. Przejawia się to m.in. w: prostocie, responsywności, konsekwencji i łatwości nawigacji [31]. Rysunki przedstawiające projekt interfejsu to: [Rysunek 3.9 Projekt ekranu wykresu], [Rysunek 3.10 Projekt ekranu kalkulatora], [Rysunek 3.11 Projekt ekran powiadomień], [Rysunek 3.12 Projekt ekranu rejestracji], [Rysunek 3.14 Projekt ekranu konta użytkownika], [Rysunek 3.15 Projekt ekranu regulaminu], [Rysunek 3.16 Projekt ekranu twórcy], [Rysunek 3.17 Projekt ekranu pomocy].



Rysunek 3.9 Projekt ekranu wykresu

Źródło: Opracowanie własne.

Logo

KURSY

KALKULATOR

ALERTY

Kalkulator

Mam

33.11

polski złoty

Chcę

10

dolar amerykański

33.11 PLN = 10.00 USD

1.00 PLN = 0.31 USD

3.11 PLN = 1.00 USD

Regulamin

O nas

Pomoc

© 2019 Copyright Marta Fiedorowicz

Rysunek 3.10 Projekt ekranu kalkulatora

Źródło: Opracowanie własne.

Logo

KURSY

KALKULATOR

ALERTY

Alerty walutowe

Alerty optymalne

#	Waluta	Termin	
1	USD	02-05-2020	<div>USUN</div>
2	GBP	21-03-2020	<div>USUN</div>
	dolar amerykański	01-01-2021	<div>DODAJ</div>

Alerty poniżej kwoty

#	Waluta	Termin	Kwota	
1	USD	05-05-2020	2.9	<div>USUN</div>
	dolar amerykański	01-01-2021	1.0	<div>DODAJ</div>

Regulamin

O nas

Pomoc

© 2019 Copyright Marta Fiedorowicz

Rysunek 3.11 Projekt ekran powiadomień

Źródło: Opracowanie własne.

The registration form is located on a web page with a grey header. The header contains a 'Logo' placeholder, navigation links 'KURSY', 'KALKULATOR', and 'ALERTY', and a user icon. The form itself is titled 'Rejestracja' and includes two input fields for 'Email' and 'Hasło'. A 'Rejestracja' button is positioned below the password field. A link 'Zaloguj się!' is provided for users who already have an account. The footer contains links 'Regulamin', 'O nas', and 'Pomoc', along with the copyright notice '© 2019 Copyright Marta Fiedorowicz'.

Logo

KURSY KALKULATOR ALERTY

Rejestracja

Email

Hasło

Rejestracja

Masz już konto? [Zaloguj się!](#)

Regulamin O nas Pomoc

© 2019 Copyright Marta Fiedorowicz

Rysunek 3.12 Projekt ekranu rejestracji

Źródło: Opracowanie własne.

The login form is located on a web page with a grey header. The header contains a 'Logo' placeholder, navigation links 'KURSY', 'KALKULATOR', and 'ALERTY', and a user icon. The form is titled 'Logowanie' and includes two input fields for 'Email' and 'Hasło'. A 'Zaloguj się' button is positioned below the password field. A link 'Zarejestruj się!' is provided for users who do not have an account. The footer contains links 'Regulamin', 'O nas', and 'Pomoc', along with the copyright notice '© 2019 Copyright Marta Fiedorowicz'.

Logo

KURSY KALKULATOR ALERTY

Logowanie

Email

Hasło

Zaloguj się

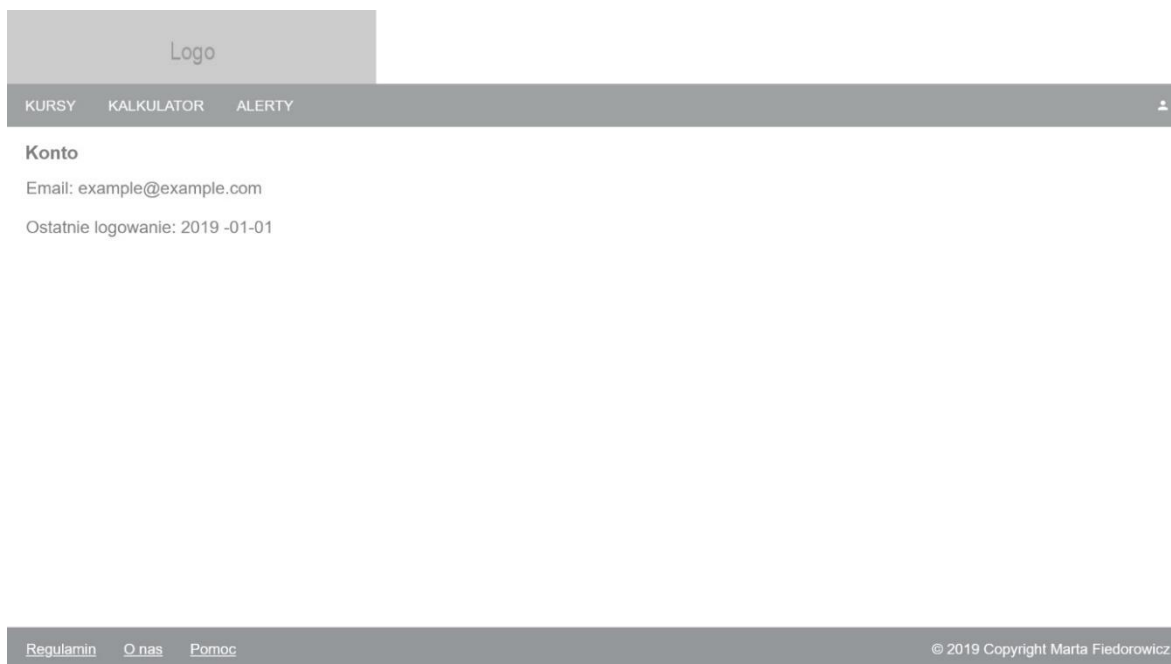
Nie masz konta? [Zarejestruj się!](#)

Regulamin O nas Pomoc

© 2019 Copyright Marta Fiedorowicz

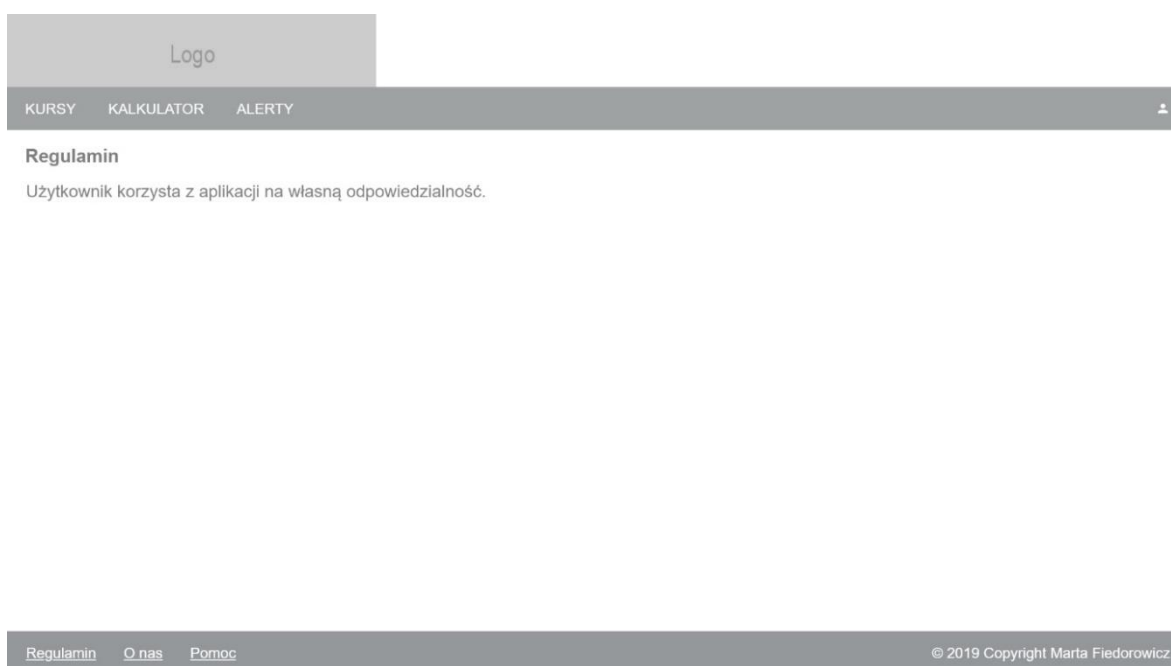
Rysunek 3.13 Projekt ekranu logowania

Źródło: Opracowanie własne.



Rysunek 3.14 Projekt ekranu konta użytkownika

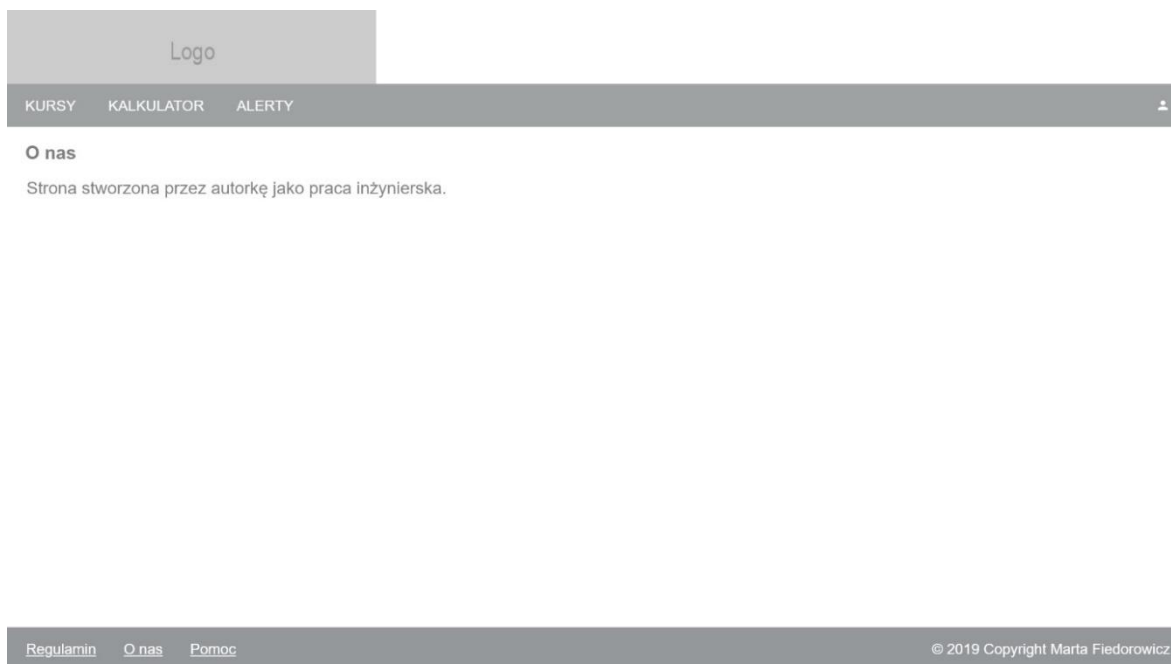
Źródło: Opracowanie własne.



Rysunek 3.15 Projekt ekranu regulaminu

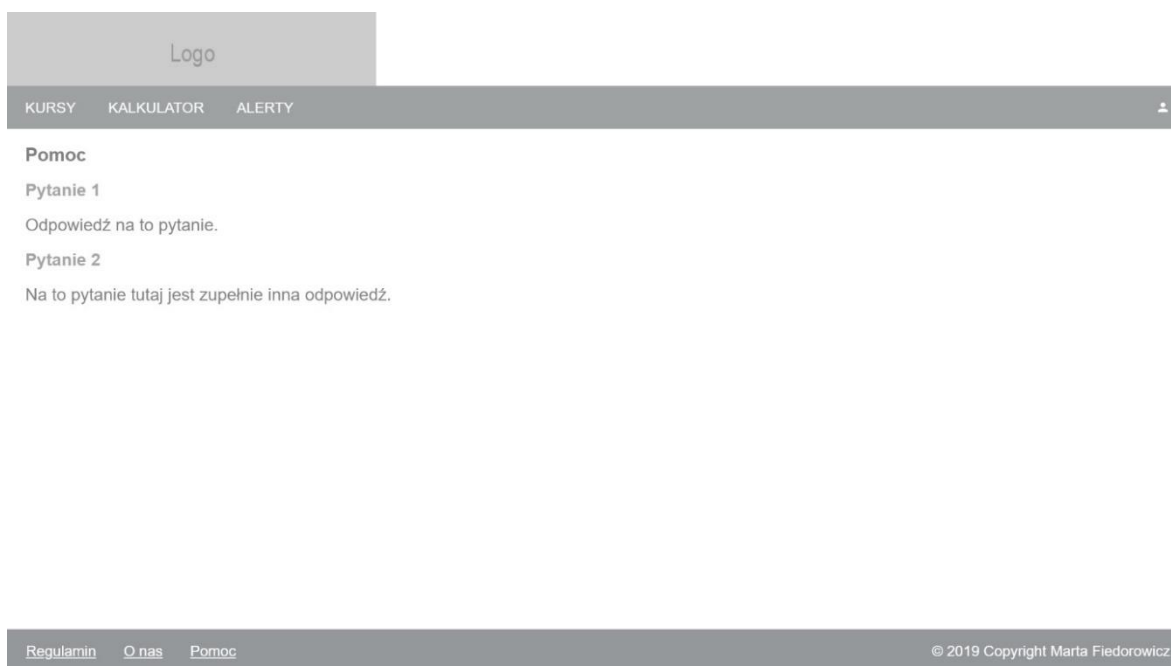
Źródło: Opracowanie własne.





Rysunek 3.16 Projekt ekranu twórcy

Źródło: Opracowanie własne.

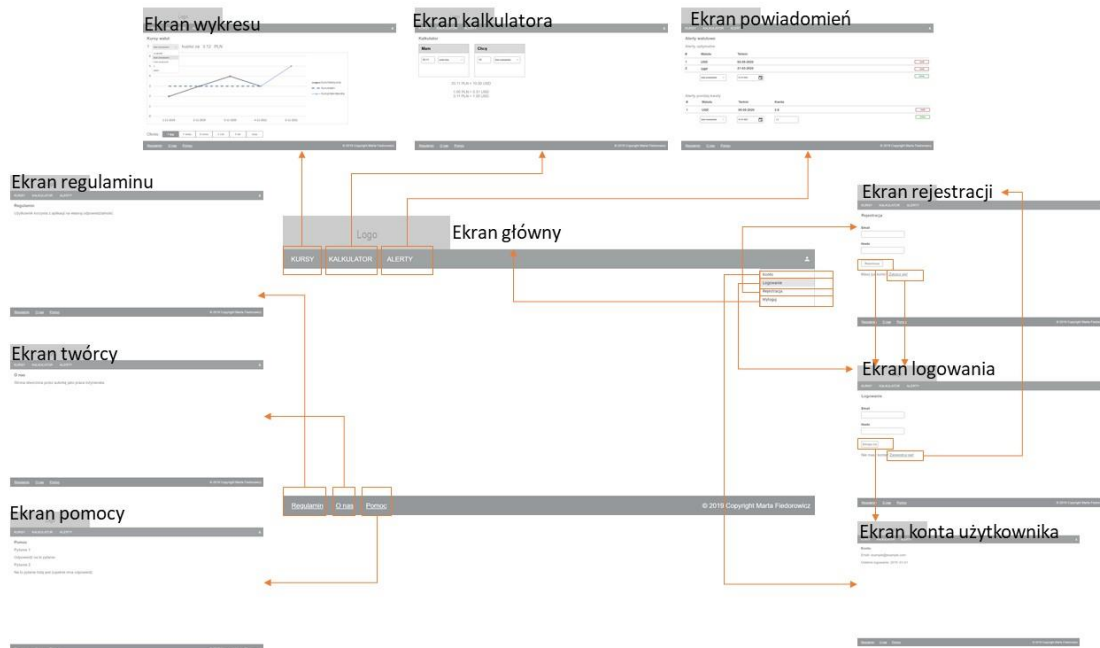


Rysunek 3.17 Projekt ekranu pomocy

Źródło: Opracowanie własne.

### 3.13. Przepływ sterowania

Diagram przepływu sterowania przedstawia poruszanie się po aplikacji [32]. Diagram znajduje się poniżej [Rysunek 3.18 Diagram przepływu sterowania]. Pomarańczowe kwadraty reprezentują miejsca możliwe do kliknięcia, a strzałka prowadzi do ekranu, do którego nastąpi przejście. Nawigacja występująca na ekranie głównym, występuje też na wszystkich innych ekranach.



Rysunek 3.18 Diagram przepływu sterowania

Źródło: Opracowanie własne.

## 4. Implementacja

### 4.1. Wstęp

Rozdział omawia technologie, które zostały wykorzystane w projekcie. Wymienia też wszystkie pliki znajdujące się w folderze i dodaje do nich krótki komentarz. Następnie dla każdej funkcjonalności został opisany sposób implementacji. Opis zawiera zrzut ekranu, wymienienie możliwych interakcji, miejsce implementacji w kodzie źródłowym i jego omówienie. Na końcu znajduje się lista wykorzystanych wzorców projektowych.

### 4.2. Środowisko i narzędzia programistyczne

Aplikacja powstała na komputerze i na laptopie z systemem Windows 10. Został użyty system kontroli wersji Git [33] i narzędzie do jego graficznej obsługi GitKraken [34]. Kod jest przechowywany w repozytorium na serwisie GitHub [35].

Front-end aplikacji webowej powstał w frameworku Angular [36] (wersja 8.0.0). Do uruchomienia tego frameworka potrzebne jest środowisko uruchomieniowe Node.js [37] i jego domyślny manager pakietów npm [38]. Ta część aplikacji używa języka programowania TypeScript [39].

Do back-endu wybrano model BaaS (Backend as a Service) firmy Firebase [40]. Back-end aplikacji składa się z serwisu autoryzacji Firebase Authentication [41], nierelacyjnej bazy danych Cloud Firestore [42] i systemu ewaluacji powiadomień w postaci funkcji sieciowych Cloud Functions [43] (napisanych w języku JavaScript [44]). Na hostingu tego samego dostawcy wdrożono aplikację.

Został użyty edytor programistyczny Visual Studio Code [45] z rozszerzeniem TSLint [46], które jest odpowiedzialne za utrzymaniem kodu w jednym stylu i rozszerzeniem Angular Language Service [47]. Aplikacja była po zbudowaniu otwierana na przeglądarce internetowej Google Chrome [48].

### 4.3. Elementy projektu

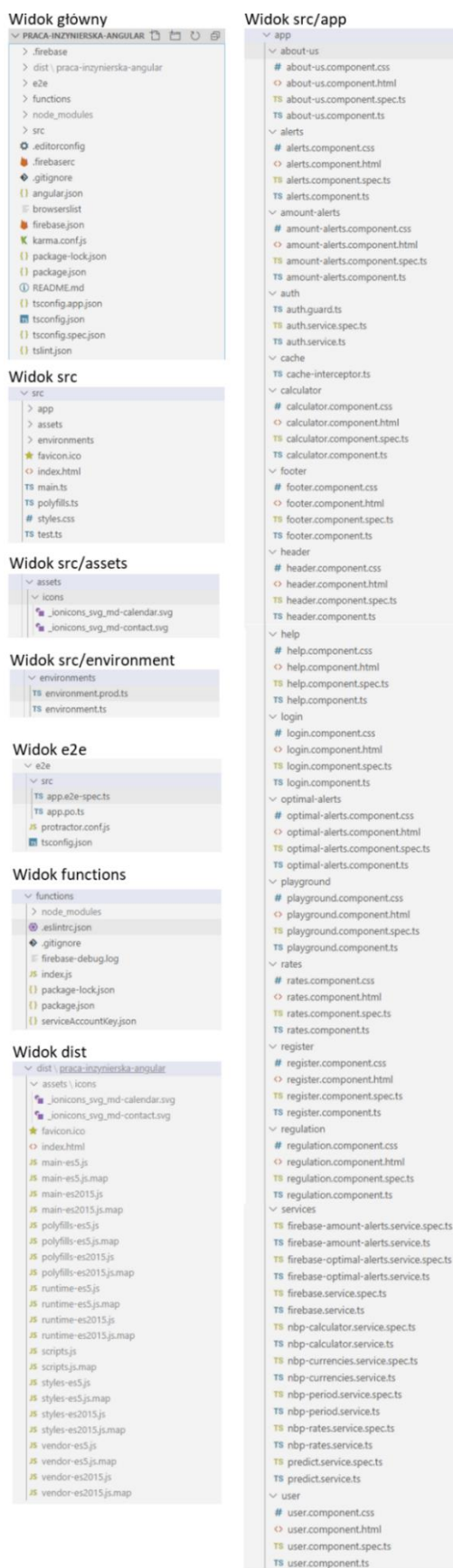
Projekt Angularowy zawiera stosunkowo dużą ilość plików [49]. Poniżej zatem znajduje się zrzut ekranu [Rysunek 4.1 Widok struktury aplikacji w Visual Studio Code] i tabela [Tabela 4.1 Spis folderów i niektórych plików wraz z ich opisami] z ich krótkim opisem [50].

Każdy komponent składa się z następujących plików:

- nazwa.component.css – arkusz stylów CSS dla komponentu,
- nazwa.component.html – szablon html dla komponentu,
- nazwa.component.spec.ts – testy jednostkowe dla komponentu,
- nazwa.component.ts – kod źródłowy TypeScript dla komponentu.

Każdy serwis składa się z następujących plików:

- nazwa.service.ts – kod źródłowy TypeScript dla serwisu,
- nazwa.service.spec.ts – testy jednostkowe dla serwisu.



Rysunek 4.1 Widok struktury aplikacji w Visual Studio Code

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 4.1 Spis folderów i niektórych plików wraz z ich opisami

Nazwa	Opis
<b>.firebase</b>	Folder zawierający pliki przyspieszające proces wdrożenia.
<b>.git</b>	Folder zawierający pliki git.
<b>dist</b>	Folder zawierający skompilowany kod przeznaczony na produkcję.
<b>e2e</b>	Folder zawierający pliki testów end-to-end.
e2e\src\app.e2e-spec.ts	Plik zawierający kod testów.
e2e\src\app.po.ts	Plik pomocniczy.
e2e\protractor.conf.js	Plik konfiguracyjny Protractor (narzędzie do testów e2e).
e2e\tsconfig.json	Plik konfiguracyjny TypeScript.
<b>functions</b>	Folder zawierający back-end aplikacji w postaci funkcji sieciowych.
functions\node_modules	Folder zawierający pakiety npm.
functions\.eslintrc.json	Plik konfiguracyjny lintera ESLint dla JavaScript.
functions\.gitignore	Plik konfiguracyjny git, który pokazuje pliki, które mają być przez niego ignorowane.
functions\firebase-debug.log	Logi powstałe podczas wdrażania funkcji.
functions\index.js	Plik zawierający kod funkcji sieciowych.
functions\package.json	Plik konfiguracyjny npm.
functions\package-lock.json	Plik powstały automatycznie przy instalacji pakietów npm.
functions\serviceAccountKey.json	Plik zawierający adres i dane uwierzytelniające dla serwera funkcji sieciowych.
<b>node_modules</b>	Folder zawierający pakiety npm.
<b>src</b>	Folder zawierający kod źródłowy front-endu.
<b>src\app</b>	Folder zawierający komponenty.
src\app\about-us	Komponent about-us. Strona twórcy.
src\app>alerts	Komponent alerts. Strona powiadomień. Zawiera w sobie komponent amount-alerts i optimal-alerts.
src\app\amount-alerts	Komponent amount-alerts. Wyświetla alerty kwotowe.
src\app\auth	Folder zawierający elementy odpowiedzialne za uwierzytelnienie użytkownika.
src\app\auth\auth.guard.ts	Serwis AuthGuard. Określa do jakich podstron ma dostęp niezalogowany użytkownik.
src\app\auth\auth.service.ts	Serwis AuthService. Pośredniczy między aplikacją a serwisem uwierzytelniania na back-endzie.
<b>src\app\cache</b>	Folder zawierający elementy odpowiedzialne za pamięć podręczną aplikacji.
src\app\cache\cache-interceptor.ts	Serwis CacheInterceptor określa, które zapytania http będą zapamiętywane w pamięci podręcznej.
src\app\calculator\calculator	Komponent calculator. Strona kalkulatora.
src\app\footer\footer	Komponent footer. Stopka strony.
src\app\header	Komponent header. Nagłówek strony.

src\app\help	Komponent help. Strona pomocy.
src\app\login	Komponent login. Strona logowania.
src\app\optimal-alerts	Komponent optimal-alerts. Wyświetla alerty optymalne.
src\app\rates	Komponent rates. Strona wykresu.
src\app\register	Komponent register. Strona rejestracji.
src\app\regulation	Komponent regulation. Strona regulaminu.
<b>src\app\services</b>	Folder zawierający serwisy.
src\app\services\firebase-amount-alerts	Serwis firebase-amount-alerts. Odpowiada za pobieranie, dodawanie i usuwanie powiadomień walutowych do back-endu.
src\app\services\firebase-optimal-alerts	Serwis firebase-optimal-alerts. Odpowiada za pobieranie, dodawanie i usuwanie powiadomień optymalnych do back-endu.
src\app\services\firebase	Serwis firebase. Odpowiada za sprawdzanie czy back-end jest dostępny.
src\app\services\nbp-calculator	Serwis nbp-calculator. Odpowiada za przeliczanie wartości jednej waluty do drugiej po aktualnym kursie NBP.
src\app\services\nbp-currencies	Serwis nbp-currencies. Pobiera listę walut dostępnych przez API NBP, następnie je grupuje i sortuje.
src\app\services\nbp-period	Serwis nbp-period. Serwis przechowuje listę dostępnych okresów i określa dla nich rzeczywisty przedział czasowy.
src\app\services\nbp-rates	Serwis nbp-rates. Pobiera kursy walut z NBP.
src\app\services\predict	Serwis predict. Zawiera model predykcji, który dla podanych historycznych danych zwraca dane przewidywane.
src\app\user\user	Komponent user. Strona konta użytkownika.
src\app\app-routing.module.ts	Moduł odpowiadający za routing aplikacji.
<b>src\app\app.component</b>	Folder zawierający główny komponent aplikacji.
src\app\app.module.ts	Korzeń modułu (AppModule), który określa, jak złożyć aplikację. Zawiera potrzebne deklaracje, importy i dostawców.
<b>src\assets</b>	Folder zawierający assety, takie jak ikony.
<b>src\environments</b>	Folder zawierający pliki konfiguracyjne różnych środowisk.
src\environments\environment.prod.ts	Środowisko produkcyjne (production).
src\environments\environment.ts	Środowisko programistyczne (development).
src\favicon.ico	Ikona aplikacji w zakładce.
src\index.html	Główna strona HTML, która jest ładowana po włączeniu aplikacji.
src\main.ts	Główny punkt wejścia aplikacji, który ją przygotowuje i łączy korzeń modułu (AppModule).
src\polyfills.ts	Skrypty zapewniające kompatybilność wsteczną z przeglądarkami.

src\styles.css	Globalny styl css.
src\test.ts	Główny punkt wejścia dla testów jednostkowych.
.editorconfig	Plik konfiguracyjny środowiska programistycznego.
.firebaserc	Plik konfiguracyjny back-endu - nazwa projektu.
.gitignore	Plik konfiguracyjny git, który pokazuje pliki, które mają być przez niego ignorowane.
angular.json	Główny plik konfiguracyjny Angulara. Definiuje komendy wiersza poleceń takie jak budowanie projektu.
browserslist	Plik konfiguracyjny, który podczas budowania dostosowuje pliki wyjściowe JS i CSS do przeglądarki.
firebase.json	Plik konfiguracyjny back-endu - interfejs wiersza poleceń.
karma.conf.js	Plik konfiguracyjny Karma - narzędzia do testów jednostkowych.
package.json	Plik konfiguracyjny npm.
package-lock.json	Plik powstały automatycznie przy instalacji pakietów npm.
README.md	Powitalna dokumentacja.
tsconfig.app.json	Plik konfiguracyjny TypeScript - określony specjalnie do aplikacji.
tsconfig.json	Plik konfiguracyjny TypeScript - domyślny.
tsconfig.spec.json	Plik konfiguracyjny TypeScript - do testów aplikacji.
tslint.json	Plik konfiguracyjny lintera TSLint dla TypeScript.

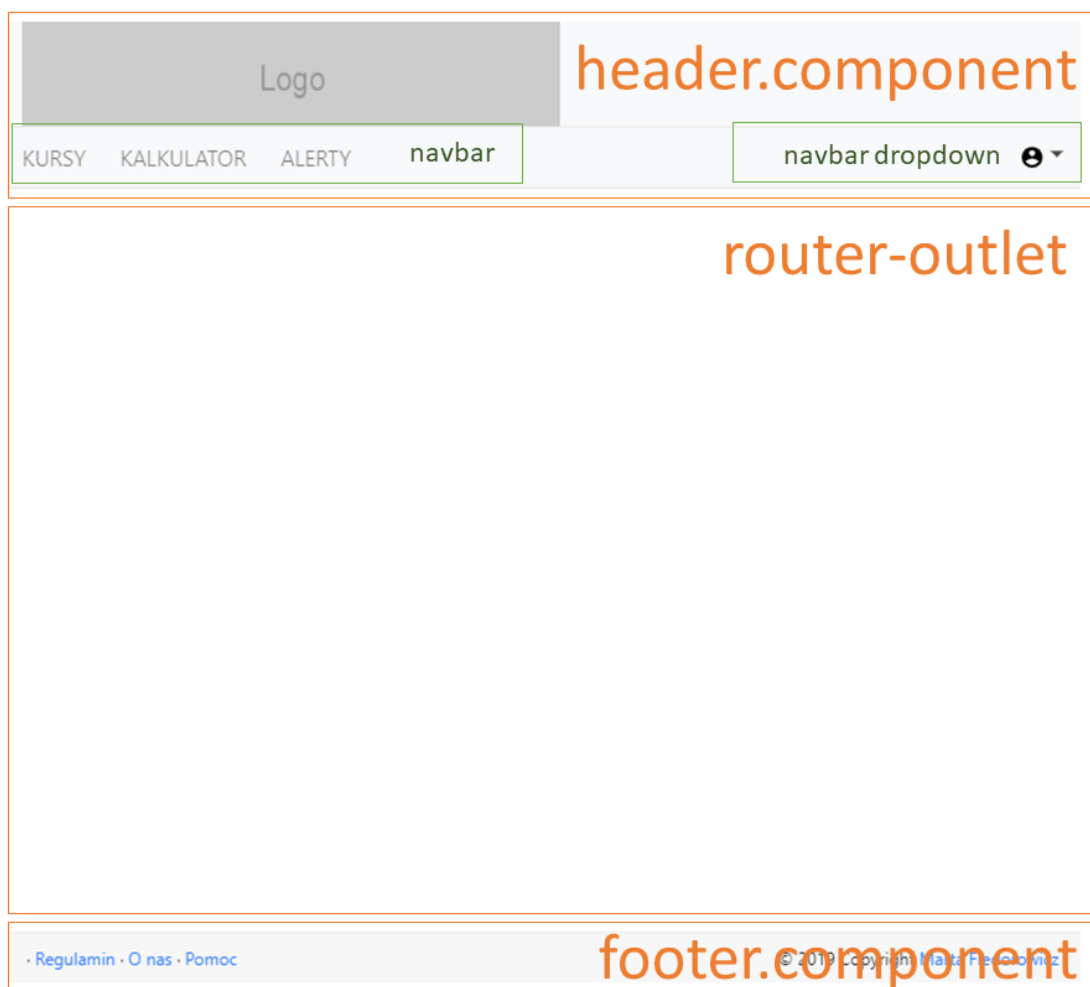
Źródło: Opracowanie własne.

## 4.4. Implementacja funkcjonalności

Rozdział zawiera omówienie implementacji z podziałem na ekrany i związanymi z nimi funkcjonalnościami.

### 4.4.1. Ekran główny

Ekran główny zawiera elementy, które stanowią główny layout strony (czyli są cały czas widoczne). W Angularze składa się na to plik `index.html`, który jest głównym plikiem html i renderuje w znaczniku `<body>` główny komponent aplikacji, czyli `app.component` [49]. Ekran zawiera w sobie: nagłówek, miejsce na renderowanie podstron i stopkę [Rysunek 4.2 Diagram ekranu głównego].



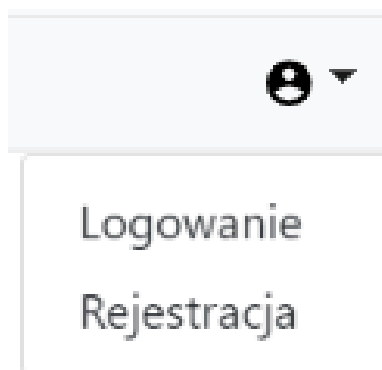
Rysunek 4.2 Diagram ekranu głównego

Źródło: Opracowanie własne.



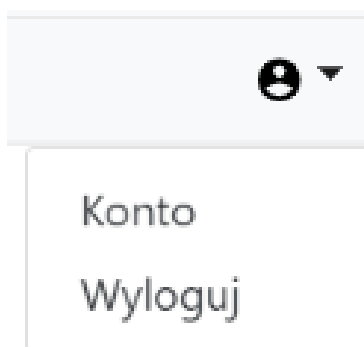
## Nagłówek

Nagłówek to header.component i po lewej ma panel nawigacyjny prowadzący do ekranu wykresu, kalkulatora i powiadomień, a po prawej ma dropdown<sup>7</sup> zawierający nawigację do ekranów związanych z kontem użytkownika. Dropdown ten jest inny dla użytkownika zalogowanego i niezalogowanego [Rysunek 4.3 Zrzut ekranu głównego dla użytkownika niezalogowanego][Rysunek 4.4 Zrzut ekranu głównego dla użytkownika zalogowanego].



Rysunek 4.3 Zrzut ekranu głównego dla użytkownika niezalogowanego

Źródło: Opracowanie własne.



Rysunek 4.4 Zrzut ekranu głównego dla użytkownika zalogowanego

Źródło: Opracowanie własne.

## Nawigacja

Podstrony są renderowane przez Angularowy mechanizm routingu, który podmienia komponent załadowany w router-outlet w zależności od adresu URL. Wszystkie możliwe adresy są wymienione w pliku [Listing 4.1 Fragment kodu źródłowego z pliku app-routing.module.ts]. Mechanizm strażnika (AuthGuard w pliku src/app/auth/auth.guard.ts) sprawia, że jeśli niezalogowany użytkownik próbuje uzyskać dostęp do podstrony „/alerts” lub „/user”, to jest przekierowywany do ekranu logowania.

---

<sup>7</sup> Lista rozwijana.

Listing 4.1 Fragment kodu źródłowego z pliku app-routing.module.ts

```
const appRoutes: Routes = [
  { path: '', redirectTo: '/rates', pathMatch: 'full' },
  { path: 'rates', component: RatesComponent },
  { path: 'calculator', component: CalculatorComponent },
  { path: 'alerts', component: AlertsComponent, canActivate: [AuthGuard] },
  { path: 'login', component: LoginComponent },
  { path: 'register', component: RegisterComponent },
  { path: 'user', component: UserComponent, canActivate: [AuthGuard] },
  { path: 'regulation', component: RegulationComponent },
  { path: 'about-us', component: AboutUsComponent },
  { path: 'help', component: HelpComponent },
  { path: '**', redirectTo: '/rates' },
];
```

## Stopka

Stopka to footer.component i znajduje się zawsze na dole strony [51]. Znajduje się tam nawigacja do ekranu regulaminu, twórcy i pomocy oraz link do GitHuba twórcy.

#### 4.4.2. Ekran wykresu i kalkulatora

##### Ekran wykresu

Ekran wykresu składa się kolejno z kontrolki wyboru waluty, wykresu waluty i kontrolki wyboru okresu [Rysunek 4.5 Zrzut ekranu wykresu].

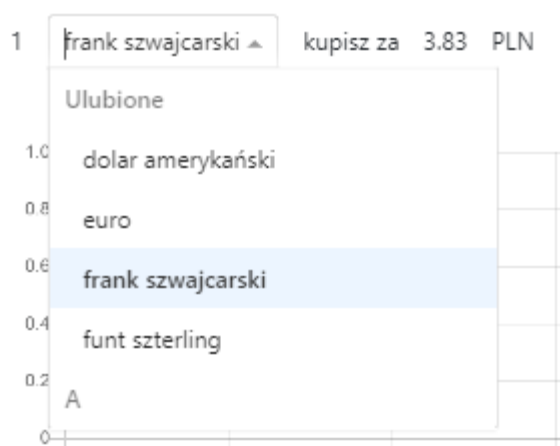


Rysunek 4.5 Zrzut ekranu wykresu

Źródło: Opracowanie własne.

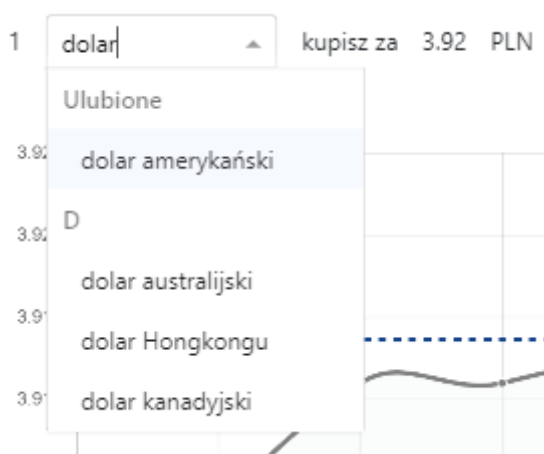
## Kontrolka wyboru waluty

Dropdown wyboru waluty jest zrealizowany przez pakiet ng-select [52]. Pobiera on listę walut z serwisu `nbp-currencies.service`. Serwis ten łączy się z API NBP i pobiera listę walut z tabeli A i B, a następnie ją grupuje i sortuje [53]. Grupowanie następuje po pierwszej literze nazwy waluty, chyba że waluta jest na liście najważniejszych walut dla Polaków, wtedy jest przypisywana do kategorii ulubione. Następnie lista jest sortowana alfabetycznie po grupie, z wyjątkiem grupy ulubionej, która zajmuje pierwsze miejsce [Rysunek 4.6 Zrzut ekranu wykresu – grupowanie listy walut]. Listę można też przeszukiwać po nazwie waluty [Rysunek 4.7 Zrzut ekranu wykresu - wyszukiwanie listy walut].



Rysunek 4.6 Zrzut ekranu wykresu – grupowanie listy walut

Źródło: Opracowanie własne.



Rysunek 4.7 Zrzut ekranu wykresu - wyszukiwanie listy walut

Źródło: Opracowanie własne.

Kontrolka wyboru waluty otoczona jest tekstem, który wyświetla aktualny kurs dla wybranej waluty (serwis nbp-rates.service). Serwis do pobierania listy walut jak i ten do pobierania kursów walut korzystają z tego samego zewnętrznego serwisu NBP, więc jeśli ten jest niedostępny to cała funkcjonalność ekranu wykresu nie działa prawidłowo. Wtedy wyświetla się komunikat o błędzie [Rysunek 4.8 Zrzut ekranu wykresu - serwis jest niedostępny], a wykres pozostaje pusty.



Serwer NBP jest w tej chwili niedostępny.

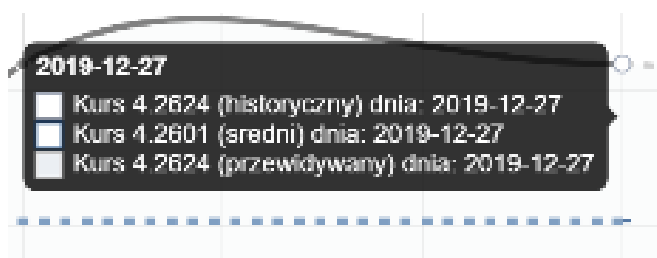
Rysunek 4.8 Zrzut ekranu wykresu - serwis jest niedostępny

Źródło: Opracowanie własne.

## Wykres

Wykres jest wyświetlany za pomocą biblioteki Chart.js [54] i pakietu, który dodaje do tej biblioteki Angularowe dyrektywy ng2-charts [55].

Wykres wyświetla kurs historyczny, kurs średni i kurs przewidywany. Po najechnięciu na niego myszką pojawia się komunikat z dokładną wartością kursu dla dnia najbliższego kursora myszki [Rysunek 4.9 Zrzut ekranu wykresu - uniesienie myszki nad wykres].



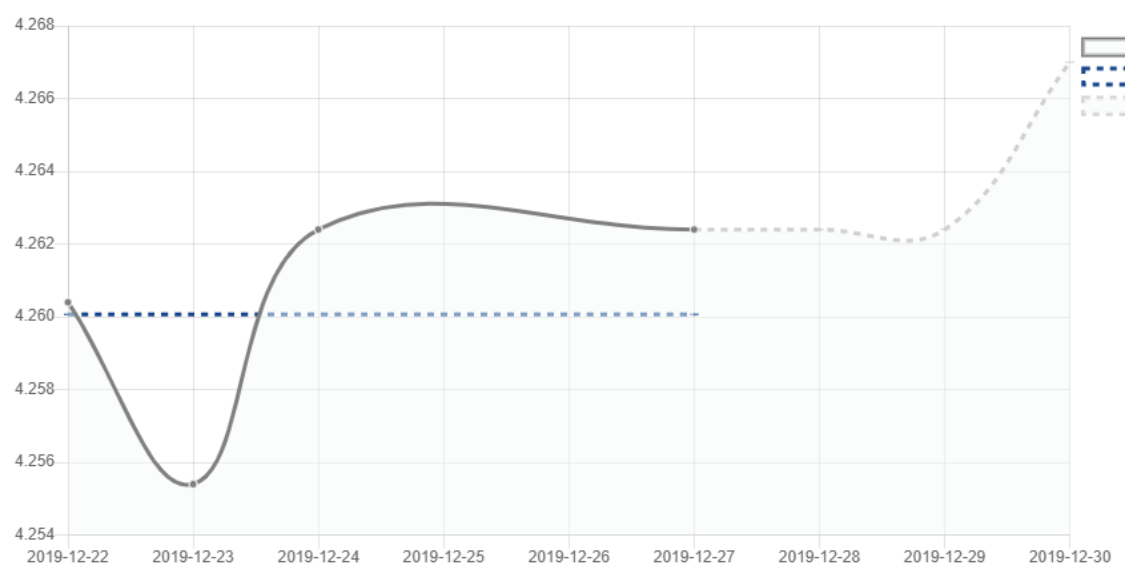
Rysunek 4.9 Zrzut ekranu wykresu - uniesienie myszki nad wykres

Źródło: Opracowanie własne.

Każda zmiana kontrolki wyboru waluty lub kontrolki wyboru okresu sprawia, że wykres i jego wartości są uaktualniane. Oś Y to wartość kursu, dopasowuje przedziały liczbowe dynamicznie do danych. Oś X to daty. Oś ta zawiera przedział czasu kursu historycznego (np. przy wyborze okresu miesięcznego przedział czasu to <dzień bieżący – miesiąc, dzień bieżący>) oraz przedział czasu kursu przewidywanego. Przedział czasu kursu przewidywanego zależy w następujący sposób od kontrolki wyboru okresu. Dla „1 tydzień” i „1 miesiąc” to 1 dzień, dla „6 miesięcy” i „1 roku” to 1 miesiąc, a dla „5 lat” i „maksymalny” to 1 rok. Wszystkie obliczenia dat są wykonywane w serwisie nbp-period.service.

Wartości historyczne kursów walut pobierane są z API NBP za pomocą serwisu nbp.rates.service. Dla przyspieszenia tego procesu użyto mechanizmu pamięci podręcznej, który sprawia, że zapytanie wysyła się tylko raz, bo aplikacja przechowuje wynik w pamięci [56]. Został on zaimplementowany w serwisie cache-interceptor.

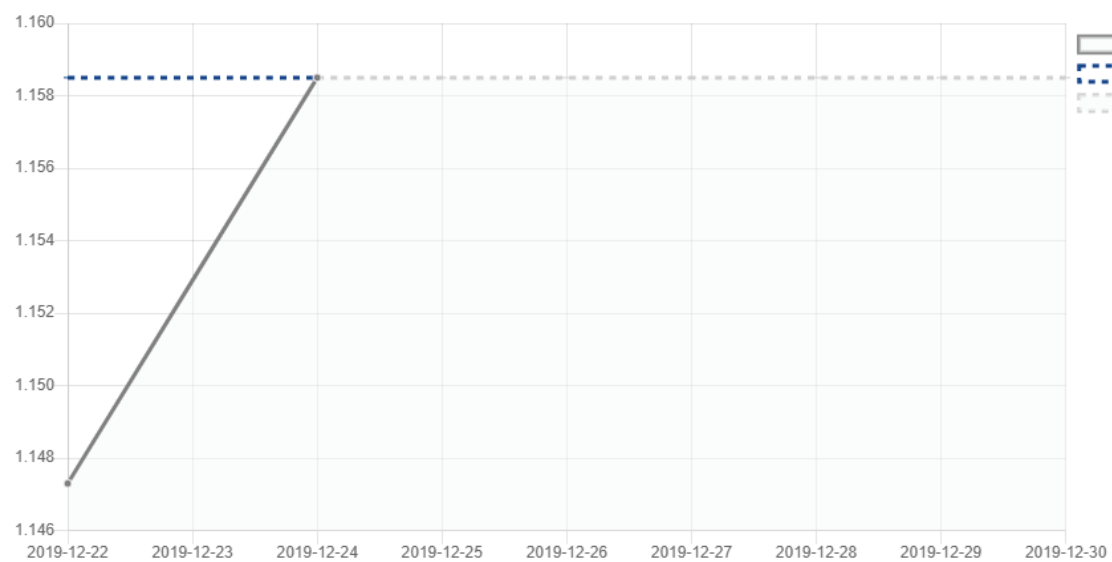
1 euro kupisz za 4.26 PLN



Rysunek 4.10 Zrzut ekranu wykresu dla euro (tabela A) wykonany 2019-12-29

Źródło: Opracowanie własne.

1 sol (Peru) kupisz za 1.16 PLN



Okres: 1 tyg 1 mies 6 mies 1 rok 5 lat max

Rysunek 4.11 Zrzut ekranu wykresu dla sola (tabela B) wykonany 2019-12-29

Źródło: Opracowanie własne.

Kurs historyczny jest pobierany z serwisu `nbp-rates.service`. Kursy nie są publikowane codziennie. W przypadku walut z tabeli A kursy są publikowane zwykle w dni robocze, w przypadku walut z tabeli B - raz lub dwa razy w tygodniu. Fakt ten został wzięty pod uwagę przy zaznaczaniu linii danych na wykresie.

Linia historyczna. Zaczyna się zawsze w najstarszym dniu okresu. Jeśli nie ma rekordu dla tego dnia, to wyświetla się pierwszy dostępny starszy rekord (co widać w [Rysunek 4.11 Zrzut ekranu wykresu dla sola (tabela B) wykonany 2019-12-29]). Linia kończy się najmłodszym rekordem dostępnym dla tego okresu, może być to rekord z paru dni wcześniej [Rysunek 4.10 Zrzut ekranu wykresu dla euro (tabela A) wykonany 2019-12-29][Rysunek 4.11 Zrzut ekranu wykresu dla sola (tabela B) wykonany 2019-12-29], ale zwykle jest to rekord z dnia bieżącego.

Linia średnia. Zaczyna i kończy się w tych samych punktach co linia historyczna, ale jest liczona tylko z rekordów historycznych. Czyli jeśli tak jak na wykresie [Rysunek 4.11 Zrzut ekranu wykresu dla sola (tabela B) wykonany 2019-12-29] rekord z dnia 2019-12-22 jest podany, ale jest to de facto pierwszy starszy dostępny rekord, to nie bieżę się go pod uwagę przy wyliczaniu średniej.

Linia predykcji. Zaczyna się od końca linii historycznej. Kończy się w najmłodszym dniu okresu. Jeśli linia historyczna kończy się przez dniem bieżącym, to wartość predykcji między tym dniem a dniem bieżącym wynosi tyle samo co ostatnia wartość kursu historycznego. Predykcja według modelu odbywa się tylko od daty bieżącej do najmłodszej daty okresu.

Model predykcji jest wyliczany w serwisie `predict.service` i jest to regresja liniowa od wartości historycznych kursów. Do jej wyliczenia użyto biblioteki `regression-js` [28] i metody najmniejszych kwadratów.

## Ekran kalkulatora

Ekran kalkulatora [Rysunek 4.12 Zrzut ekranu kalkulatora] składa się z dwóch kart – pierwszej do wpisania waluty, którą się posiada i drugiej, do wpisania waluty, którą się chce. Obie karty mają pole do wpisania kwoty i pole do wyboru waluty (takie same mechanizmy jak na ekranie wykresu), ale dostępna jest także waluta polska. Zmiana każdego z wyżej wymienionego parametru sprawia, że komponent przelicza kwoty na nowo za pomocą serwisu `nbp-calculator.service` i w razie konieczności uaktualnia przeciwną walutę. Pod kartami wyświetla się końcowy wynik, koszt jednej jednostki waluty mam w walucie chcę i koszt jednej jednostki waluty chcę, w walucie mam. Jeśli serwis NBP jest niedostępny, to wyświetla się odpowiedni komunikat (jak na ekranie wykresu).

Logo

KURSY KALKULATOR ALERTY

### Kalkulator

Mam	Chce
<input type="text" value="125,25"/>	<input type="text" value="32,73"/>
<input type="text" value="polski złoty"/>	<input type="text" value="euro"/>

125.25 PLN = 32.73 EUR

1 PLN = 0.26 EUR

3.83 PLN = 1 EUR

· Regulamin · O nas · Pomoc

© 2019 Copyright Marta Fiedorowicz

Rysunek 4.12 Zrzut ekranu kalkulatora

Źródło: Opracowanie własne.



#### 4.4.3. Ekran powiadomień

Ekran powiadomień [Rysunek 4.13 Zrzut ekranu alertów] składa się z dwóch tabel. Pierwsza z nich zawiera alerty optymalne (komponent optimal-alerts), a druga alerty walutowe (komponent amount-alerts). Pokazują one alerty przypisane do konta na który jest się zalogowanym.

#### Wyświetlanie powiadomień

Logo

KURSY KALKULATOR ALERTY

### Alerty walutowe

#### Alerty optymalne

#	Waluta	Termin	
1	EUR	2020-02-04	<button>Usuń</button>

dolar amerykański

2020-01-04

Dodaj

#### Alerty kwotowe

#	Waluta	Termin	Kwota	
1	EUR	2020-04-01	3	<button>Usuń</button>

dolar amerykański

2020-01-04

Dodaj

[Regulamin](#) · [O nas](#) · [Pomoc](#)

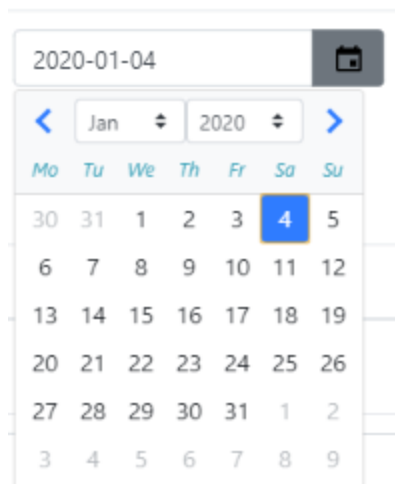
© 2019 Copyright [Marta Fiedorowicz](#)

Rysunek 4.13 Zrzut ekranu alertów

Źródło: Opracowanie własne.

Po prawej stronie każdego powiadomienia jest przycisk usuń, które to powiadomienie usuwa.

Pod listą powiadomień dla każdego rodzaju jest formularz, który zawiera już wartości sugerowane dla nowego powiadomienia. Wybór rodzaju waluty odbywa się tak samo jak na ekranie wykresu. Termin można wybrać wpisując go według podanego wzoru lub wybierając w kalendarzu [Rysunek 4.14 Zrzut ekranu alertów – kalendarz]. Jeśli podane wartości są nieprawidłowe to pole zostanie podkreślone na czerwono, a przycisk dodaj wygaszony (np. przeterminowana data [Rysunek 4.15 Zrzut ekranu alertów - wpisanie złej daty]).



Rysunek 4.14 Zrzut ekranu alertów – kalendarz

Źródło: Opracowanie własne.



Rysunek 4.15 Zrzut ekranu alertów - wpisanie złej daty

Źródło: Opracowanie własne.

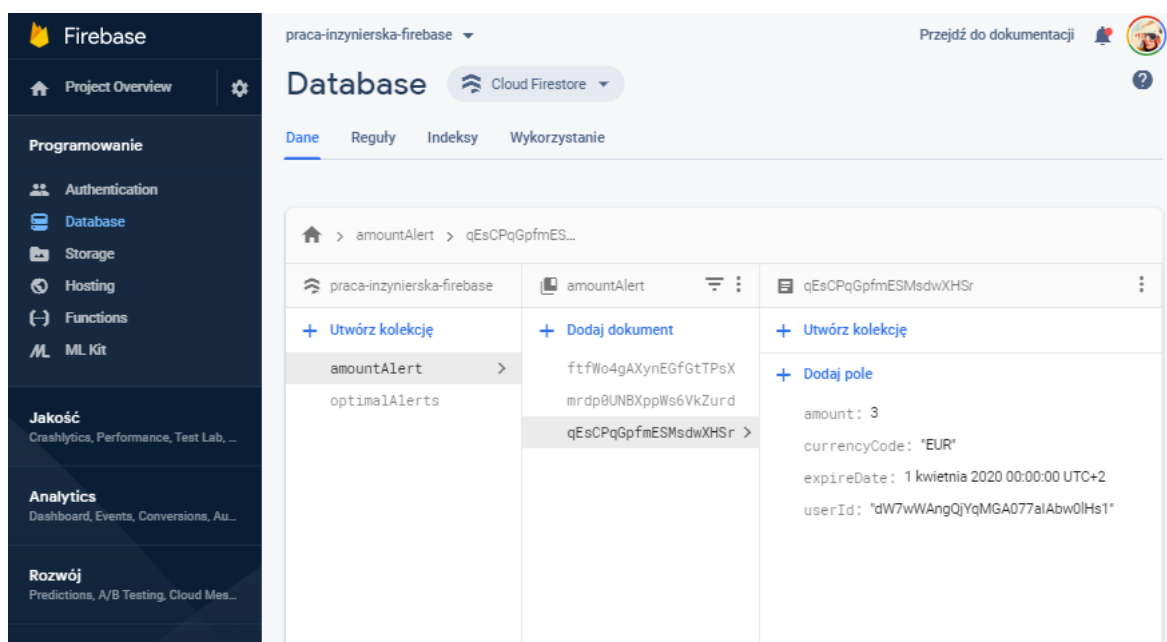
## Baza danych powiadomień

Użyto tutaj serwisu sprawdzającego łączność z bazą danych Firestore firebase.service. W razie braku łączności wyświetla się następujący komunikat [Rysunek 4.16 Zrzut ekranu powiadomień – serwis niedostępny]. Serwis firebase-amount-alerts.service i firebase-optimal-alerts.service odpowiadają za pobieranie, dodawanie i usuwanie powiadomień z bazy danych powiadomień. Ich działanie można zweryfikować w panelu administratora w serwisie Firebase [Rysunek 4.17 Zrzut ekranu serwisu Firebase - baza danych].

Server Firebase jest w tej chwili niedostępny.

Rysunek 4.16 Zrzut ekranu powiadomień – serwis niedostępny

Źródło: Opracowanie własne.

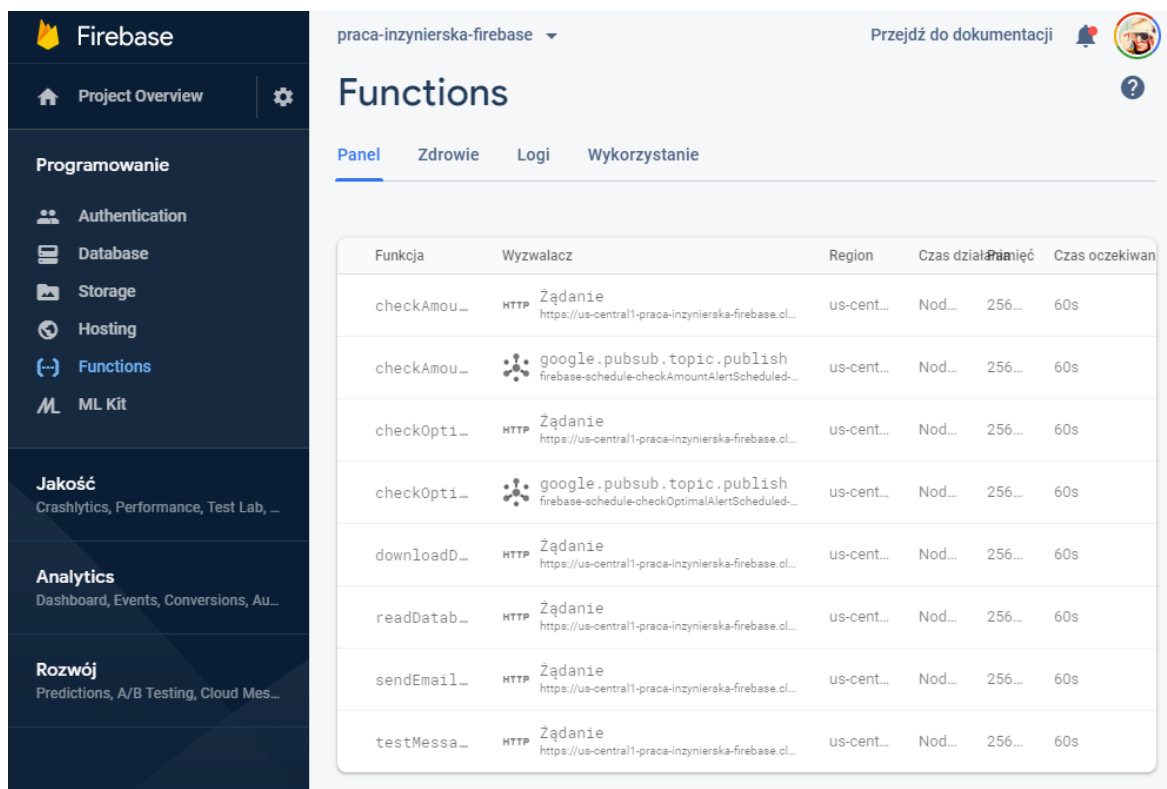


Rysunek 4.17 Zrzut ekranu serwisu Firebase - baza danych

Źródło: Opracowanie własne.

## Serwis ewaluacji powiadomień

Ewaluacji powiadomień odbywa się na back-endzie jako funkcja sieciowa [Rysunek 4.18 Zrzut ekranu serwisu Firebase – funkcje sieciowe Listing 4.2 Fragment kodu źródłowego z pliku `functions/index.js`]. Raz dziennie przetwarzane jest każde powiadomienia po kolei [Listing 4.2 Fragment kodu źródłowego z pliku `functions/index.js`]. Jeśli powiadomienie jest spełnione to wysyłana jest wiadomość email do odbiorcy (przykładowy email [Rysunek 4.19 Zrzut ekranu powiadomienia email na serwisie Ethereum]), a powiadomienie usunięte z bazy danych.



The screenshot shows the Firebase console interface for a project named 'praca-inzynierska-firebase'. The 'Functions' tab is selected, displaying a table of functions. The table has columns for 'Funkcja', 'Wyzwalacz', 'Region', 'Czas działania', 'Przebieg', and 'Czas oczekiwania'. The functions listed include 'checkAmou...', 'checkOpti...', 'downloadD...', 'readDatab...', 'sendEmail...', and 'testMessa...', each with an 'HTTP' trigger and a 'us-cent...' region.

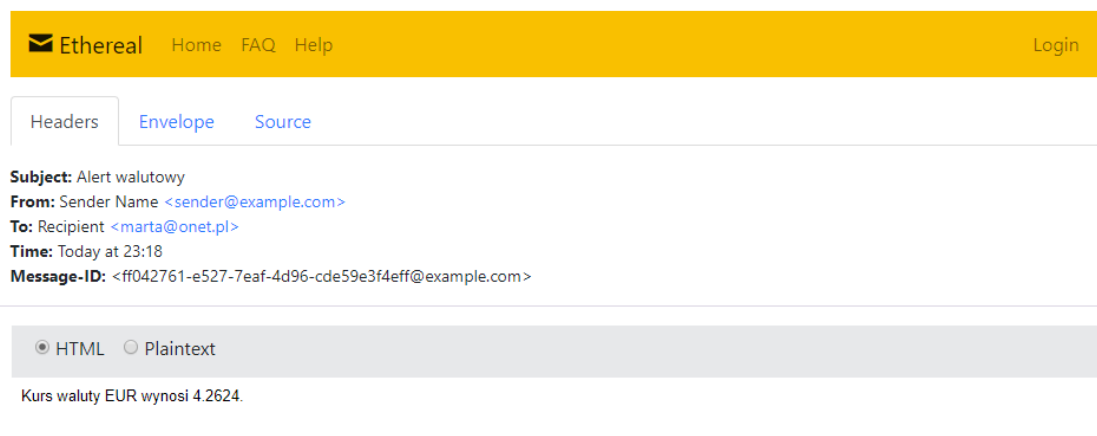
Funkcja	Wyzwalacz	Region	Czas działania	Przebieg	Czas oczekiwania
checkAmou...	HTTP <code>Żądanie</code> <code>https://us-central1-praca-inzynierska-firebase.cl...</code>	us-cent...	Nod...	256...	60s
checkAmou...	google.pubsub.topic.publish <code>firebase-schedule-checkAmountAlertScheduled...</code>	us-cent...	Nod...	256...	60s
checkOpti...	HTTP <code>Żądanie</code> <code>https://us-central1-praca-inzynierska-firebase.cl...</code>	us-cent...	Nod...	256...	60s
checkOpti...	google.pubsub.topic.publish <code>firebase-schedule-checkOptimalAlertScheduled...</code>	us-cent...	Nod...	256...	60s
downloadD...	HTTP <code>Żądanie</code> <code>https://us-central1-praca-inzynierska-firebase.cl...</code>	us-cent...	Nod...	256...	60s
readDatab...	HTTP <code>Żądanie</code> <code>https://us-central1-praca-inzynierska-firebase.cl...</code>	us-cent...	Nod...	256...	60s
sendEmail...	HTTP <code>Żądanie</code> <code>https://us-central1-praca-inzynierska-firebase.cl...</code>	us-cent...	Nod...	256...	60s
testMessa...	HTTP <code>Żądanie</code> <code>https://us-central1-praca-inzynierska-firebase.cl...</code>	us-cent...	Nod...	256...	60s

Rysunek 4.18 Zrzut ekranu serwisu Firebase – funkcje sieciowe

Źródło: Opracowanie własne.

Listing 4.2 Fragment kodu źródłowego z pliku `functions/index.js`

```
exports.checkOptimalAlertScheduled =  
functions.pubsub.schedule('every 1 day').onRun((context) => {  
    checkOptimalAlert();  
    return null;  
});
```



Rysunek 4.19 Zrzut ekranu powiadomienia email na serwisie Ethereum

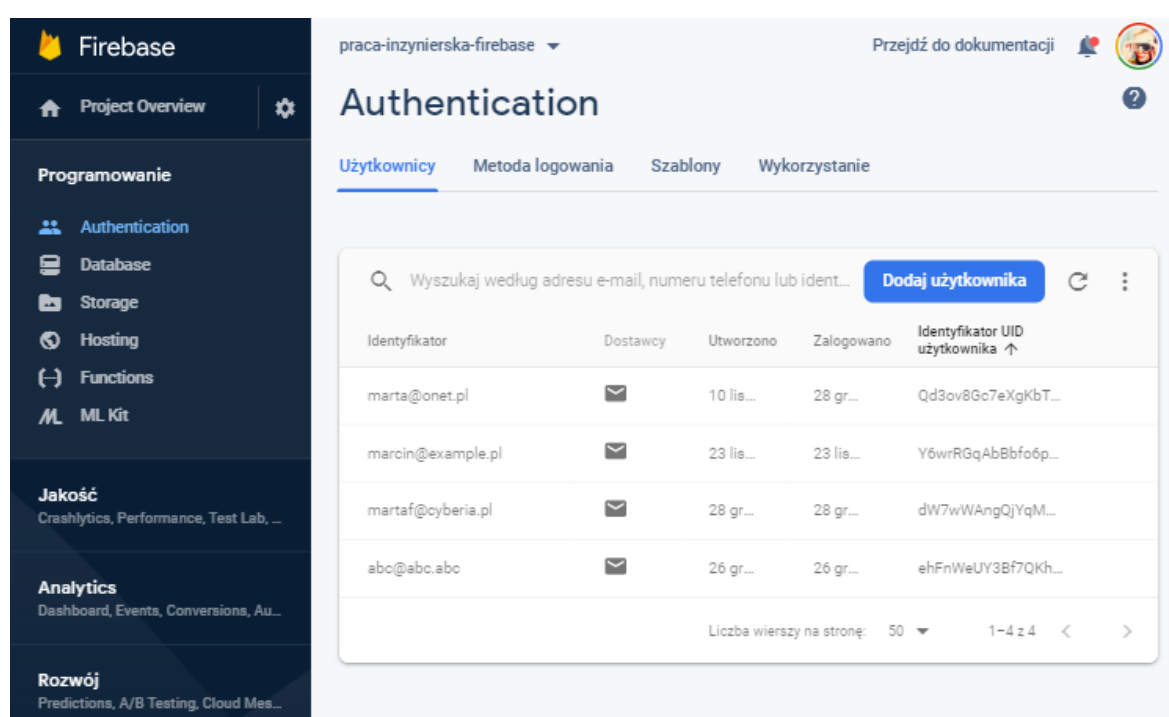
Źródło: Opracowanie własne.

Powiadomienie walutowe jest spełnione, jeśli kurs obecny jest niższy niż kwota w powiadomieniu lub jeśli powiadomienie jest przeterminowane.

Powiadomienie optymalne jest spełnione, jeśli algorytm optymalności uzna je za takie lub jeśli jest przeterminowane. Na chwilę obecną ten algorytm to prosta metaheurystyka, która polega na tym, że jeśli obecny kurs jest niższy o 10% od kursu w dniu zakładania powiadomienia, to kurs jest optymalny.

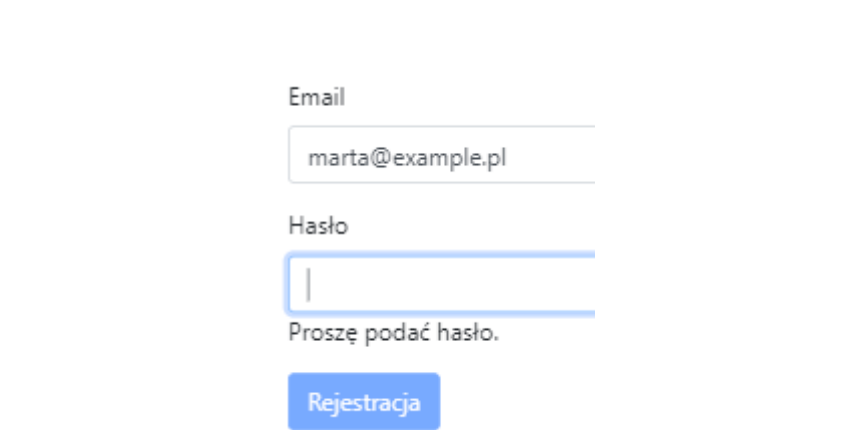
#### 4.4.4. Ekran logowania, rejestracji i konta użytkownika

Ekran logowania [Rysunek 4.22 Zrzut ekranu logowania] i rejestracji [Rysunek 4.23 Zrzut ekranu rejestracji] składa się z podobnego prostego formularza do wprowadzenie emaila (który służy jako login) i hasła. Jeśli dane wprowadzone do pól nie przechodzą walidacji to pojawia się odpowiedni komunikat [Rysunek 4.21 Zrzut ekranu rejestracji – komunikat]. Ekran ten używa serwisu autoryzacji [57] (auth.service), który w sposób bezpieczny łączy się z serwisem autoryzacji na back-endzie [Rysunek 4.20 Zrzut ekranu serwisu Firebase – serwis autoryzacji]. W przypadku braku łączności, wyświetla się komunikat (analogicznie do [Rysunek 4.16 Zrzut ekranu powiadomień – serwis niedostępny]). Po zalogowaniu aplikacja przekierowuje użytkownika do ekranu konta [Rysunek 4.24 Zrzut ekranu konta użytkownika].



Rysunek 4.20 Zrzut ekranu serwisu Firebase – serwis autoryzacji

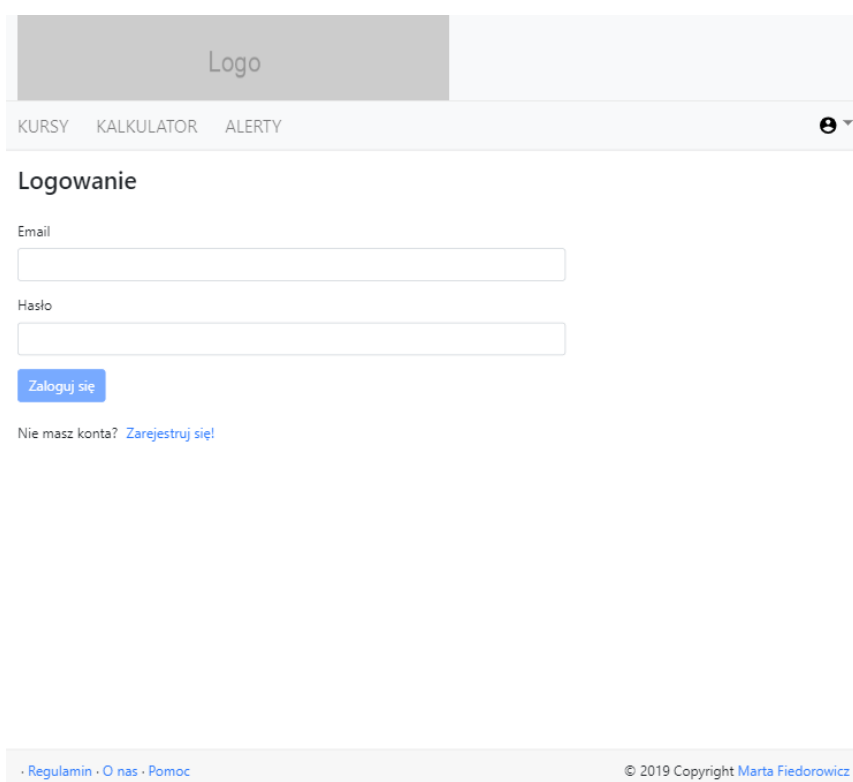
Źródło: Opracowanie własne.



A registration form with two input fields. The first field is labeled 'Email' and contains the text 'marta@example.pl'. The second field is labeled 'Hasło' (Password) and is empty. Below the password field is the text 'Proszę podać hasło.' (Please provide a password.). A blue button labeled 'Rejestracja' (Registration) is positioned below the password field.

Rysunek 4.21 Zrzut ekranu rejestracji – komunikat

Źródło: Opracowanie własne.



A login form with a header bar containing a 'Logo' placeholder and navigation links: 'KURSY', 'KALKULATOR', and 'ALERTY'. A user icon is on the right. The main section is titled 'Logowanie'. It contains two input fields: 'Email' and 'Hasło'. Below them is a blue button labeled 'Zaloguj się'. A link 'Nie masz konta? Zarejestruj się!' is below the button. The footer contains links 'Regulamin', 'O nas', and 'Pomoc', along with copyright information: '© 2019 Copyright Marta Fiedorowicz'.

Rysunek 4.22 Zrzut ekranu logowania

Źródło: Opracowanie własne.

The screenshot shows a web page for registration. At the top is a header with a grey box containing the word "Logo". Below the header is a navigation bar with links "KURSY", "KALKULATOR", and "ALERTY", and a user profile icon on the right. The main content area is titled "Rejestracja" and contains two input fields labeled "Email" and "Hasło". Below these fields is a blue button labeled "Rejestracja". A link "Masz już konto? Zaloguj się!" is positioned below the button. The footer contains links "Regulamin", "O nas", and "Pomoc" on the left, and copyright information "© 2019 Copyright Marta Fiedorowicz" on the right.

Rysunek 4.23 Zrzut ekranu rejestracji

Źródło: Opracowanie własne.

The screenshot shows a web page for a user account. At the top is a header with a grey box containing the word "Logo". Below the header is a navigation bar with links "KURSY", "KALKULATOR", and "ALERTY", and a user profile icon on the right. The main content area is titled "Konto użytkownika" and displays the email "Email: marta@cyberia.pl" and the last login time "Ostatnie logowanie: 2019-12-28". The footer contains links "Regulamin", "O nas", and "Pomoc" on the left, and copyright information "© 2019 Copyright Marta Fiedorowicz" on the right.

Rysunek 4.24 Zrzut ekranu konta użytkownika

Źródło: Opracowanie własne.



## 4.5. Wzorce projektowe

Wzorec projektowy to uniwersalne rozwiązanie często występujących problemów. Ich używanie jest powszechnie uważane za dobrą praktykę [58]. Poniżej znajduje się spis niektórych wzorców użytych w tym projekcie i miejsce ich implementacji.

### Singleton

Singleton ogranicza możliwość tworzenia obiektów danej klasy do jednej instancji [58]. Wszystkie serwisy w tej aplikacji są singletonami, poprzez dodanie do nich tego dekoratora [Listing 4.3 Fragment kodu źródłowego z pliku predict.service.ts].

Listing 4.3 Fragment kodu źródłowego z pliku predict.service.ts

```
@Injectable({  
  providedIn: 'root',  
})
```

### Model-Widok-Kontroler

Opis realizacji w rozdziale [3.11].

### Wstrzykiwanie zależności

Obiekt nie tworzy sam wykorzystywanego obiektu, tylko dostaje gotową instancję od obiektu nadrzędnego [58]. Angular sam z siebie ma narzędzie do wstrzykiwania zależności i wystarczy zadeklarować obiekt do wstrzyknięcia w konstruktorze. W tej aplikacji komponenty używają tego mechanizmu do wstrzyknięcia serwisów (np. [Listing 4.4 Fragment kodu źródłowego z pliku rates.component.ts]),

Listing 4.4 Fragment kodu źródłowego z pliku rates.component.ts

```
constructor(  
  public rateService: NBPRatesService,  
  private currenciesService: NBPCurrenciesService,  
  private periodService: NBPPeriodService,  
  private predictService: PredictService) {  
}
```

## Obserwator

Obserwator polega na tym, że obiekt obserwowany powiadamia obiekt obserwujący o zmianie stanu [58]. Angular korzysta z biblioteki RxJS [59] do obsługi asynchroniczności do komunikacji między komponentami i wysyłania zapytań http [60]. Biblioteka ta zawiera w sobie typ *Observable*, który spełnia założenia tego wzorca. W aplikacji wszystkie zapytania do front-endu są przesyłane protokołem http, co oznacza, że wszystkie serwisy wysyłające takie zapytania implementują ten wzorzec (np. [Listing 4.4 Fragment kodu źródłowego z pliku rates.component.ts]).

Listing 4.5 Fragment kodu źródłowego z pliku firebase-optimal-alerts.ts

```
getAllAlerts(): Observable<OptimalAlert[]> {  
  const alert$: Observable<OptimalAlert[]> = this.db  
    .collection<OptimalAlert>('optimalAlerts')  
    .valueChanges();  
  return alert$;  
}
```

## Publikuj - subskrybuj (ang. publish–subscribe pattern)

Wzorzec podobny to obserwatora, ale obiekt obserwowany nie powiadamia bezpośrednio obiektu obserwującego, a korzysta z usług pośrednika [61]. W aplikacji użyto ten wzorzec do planowania ewaluacji powiadomień [Listing 4.2 Fragment kodu źródłowego z pliku functions/index.js].

## Adapter

Adapter przekształca dane w sposób, który pozwala innej klasie z nich skorzystać [58]. Wzorzec ten jest używany m.in. w serwisie nbp-currencies.service, który przekształca dane o liście walut z serwisu NBP na dane spełniające interfejs *Currency* [Listing 4.6 Fragment kodu źródłowego z pliku nbp-currencies.service.ts] używany potem w całej aplikacji.

Listing 4.6 Fragment kodu źródłowego z pliku nbp-currencies.service.ts

```
export interface Currency {  
  code: string;  
  name: string;  
  table?: string;  
  groupCode?: string;  
}
```

## 5. Testy

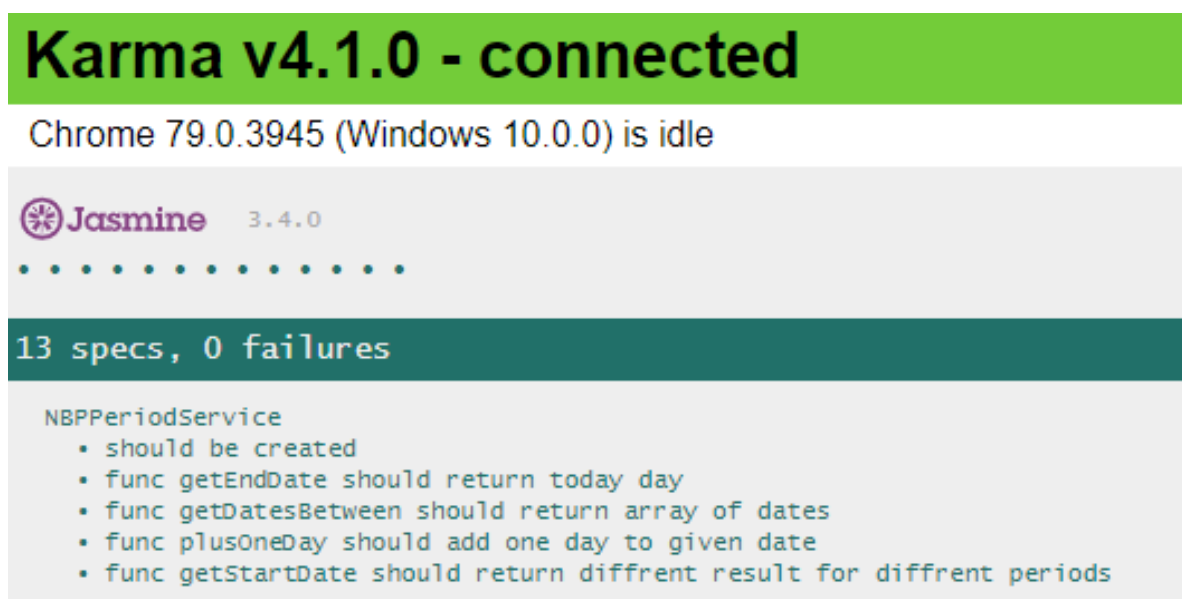
### 5.1. Wstęp

W tym rozdziale opisano przeprowadzone testy. Wybrano testy odpowiednie dla aplikacji webowej [62] [63]. Wykonano testy jednostkowe, integracyjne, end-to-end, zgodności, wydajności, pozycjonowania, bezpieczeństwa i użyteczności.

Testy były przeprowadzane na wdrożeniu o adresie <https://praca-inzynierska-firebase.web.app>.

### 5.2. Testy jednostkowe

Angular wykorzystuje framework Jasmine [64] i środowisko uruchomieniowe Karma [65] do testów jednostkowych. Dobrym kandydatem na przeprowadzenie testów logiki biznesowej jest serwis nbp-period.service, na którym możemy sprawdzić czy wyliczanie okresu opisane w sekcji [4.4.2] zostało prawidłowo zaimplementowane. Testy do tego serwisu znajdują się w pliku nbp-period.service.spec.ts i dają wynik pozytywny [Rysunek 5.1 Zrzut ekranu fragmentów wyników testów jednostkowych].



Rysunek 5.1 Zrzut ekranu fragmentów wyników testów jednostkowych

Źródło: Opracowanie własne.

### 5.3. Testy integracyjne

Testy integracyjne polegają na próbie wykrycia błędów w interakcjach między modułami i systemami. W tej aplikacji komunikacja między systemem front-end i back-end została przetestowana manualnie. Przykładowy scenariusz [66] znajduje się poniżej [Tabela 5.1 Scenariusz testowy ST#01] wraz z jego procedurą testową [Tabela 5.2 Procedura testowa PT#01].

Tabela 5.1 Scenariusz testowy ST#01

Identyfikator	ST01
Nazwa	Dodanie powiadomienia kwotowego
Powiązane procedury testowe	PT01
Warunki wstępne	Użytkownik jest zalogowany. Administrator zna identyfikator użytkownika.
Rezultat	Dodanie powiadomienia do bazy danych

Źródło: Opracowanie własne.

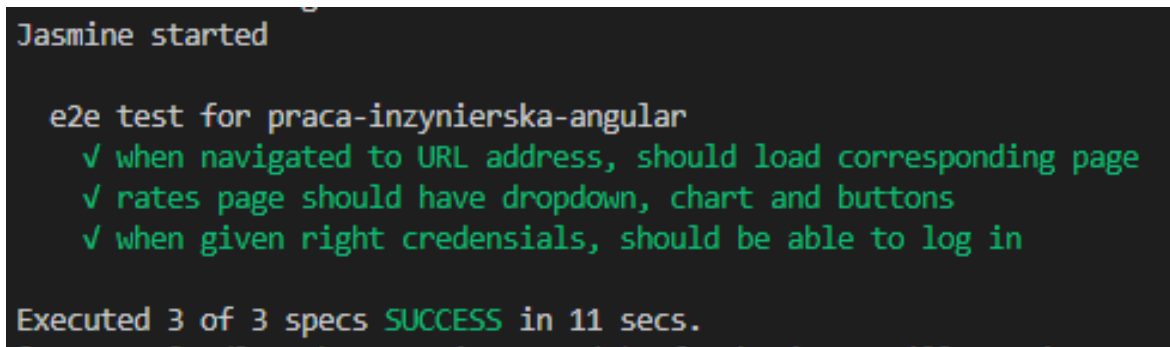
Tabela 5.2 Procedura testowa PT#01

Identyfikator	PT01
Nazwa	Procedura testowa dla przypadku użycia „Dodanie powiadomienia”
Zależny scenariusz	ST01
Kroki	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Użytkownik przechodzi na ekran powiadomień.</li><li>2. Użytkownik dla alertów kwotowego klika przycisk dodaj.</li><li>3. System wyświetla zaktualizowaną listę powiadomień.</li><li>4. Administrator przechodzi do ekranu bazy danych.</li><li>5. Administrator wyszukuje tabelę powiadomień kwotowych.</li><li>6. Administrator sortuje tabelę po identyfikatorze użytkownika.</li></ol>
Punkty kontrolne	<p>Krok 2. Sprawdzenie czy wszystkie pola obowiązkowe są automatycznie uzupełnione domyślnymi wartościami.</p> <p>Krok3. Sprawdzenie czy lista zawiera alert dodany w kroku 2.</p> <p>Krok5. Sprawdzenie czy tabela zawiera alert dodany w kroku 2.</p>

Źródło: Opracowanie własne.

## 5.4. Testy e2e

Celem testów End-to-End jest przeprowadzenie scenariuszy, które będzie przechodził użytkownik końcowy. W trakcie i po zakończeniu implementacji autorka przeprowadziła testy manualne e2e dla wszystkich funkcjonalności. Można jednak zautomatyzować ten proces. Angular wykorzystuje do tego framework Jasmine [64] i środowisko uruchomieniowe Protractor [67]. Testy automatyczne znajdują się w pliku `app.e2e-spec.ts` i dają wynik pozytywny [Rysunek 5.2 Zrzut ekranu rezultatów testów e2e].

A screenshot of a terminal window with a dark background. The text is as follows:

```
Jasmine started  
  
e2e test for praca-inzynierska-angular  
  ✓ when navigated to URL address, should load corresponding page  
  ✓ rates page should have dropdown, chart and buttons  
  ✓ when given right credentials, should be able to log in  
  
Executed 3 of 3 specs SUCCESS in 11 secs.
```

Rysunek 5.2 Zrzut ekranu rezultatów testów e2e

Źródło: Opracowanie własne.

Listing 5.1 Przykładowy test e2e sprawdzający poprawność procesu logowania

```
it('when given right credentials, should be able to log in', async () => {  
  browser.get('http://localhost:4200/login');  
  let email = element(by.id('email'));  
  email.sendKeys('test@test.pl');  
  let password = element(by.id('password'));  
  password.sendKeys('123456');  
  element(by.buttonText('Zaloguj się')).click();  
  await browser.sleep(2000);  
  expect(browser.getCurrentUrl()).toEqual('http://localhost:4200/user');  
});
```

## 5.5. Testy zgodności

### Kompatybilność z przeglądarkami

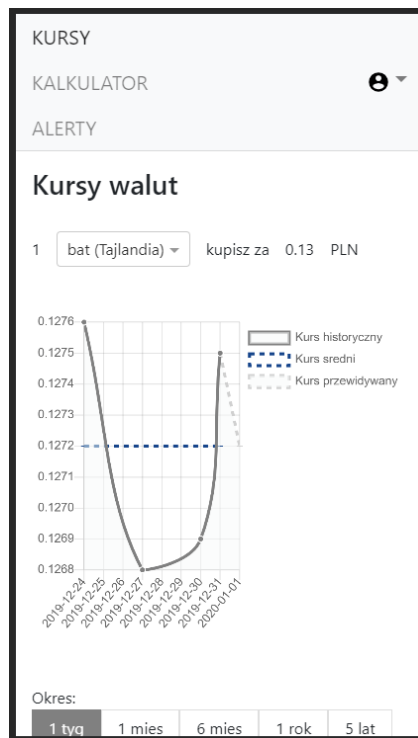
Kompatybilność z przeglądarkami została sprawdzona poprzez serwis oferujący środowisko wirtualne z zainstalowanymi różnymi przeglądarkami LambdaTest [68]. Aplikacja została przetestowana na najnowszych wersjach przeglądarek: Chrome, Firefox, Safari, Opera, Edge. Jedynymi zauważonymi usterkami były: odrobine krzywo wyrównane elementy w jednym miejscu dla Firefoxa i brak ładowania strony, dopóki nie włączyło się obsługi JavaScript'u dla Safari (domyślnie jest wyłączony).

### Responsywność

Responsywność została sprawdzona poprzez narzędzia deweloperskie Chrome i symulację telefonu Pixel 2 i poprzez dynamiczne zmienianie wysokości i szerokości ekranu.

Aplikacja na przeglądarce internetowej jest responsywna. Nawigacja w nagłówku zmienia orientację z poziomej na pionową, wykres dopasowuje się w szerz do strony, a przyciski do wyboru okresu się zawijają. Jednak sam wykres jest problemem, bo im ma mniejszą szerokość tym jest mniej czytelny (poniżej 300px jest całkiem nieczytelny).

Aplikacja jest też responsywna dla telefonów komórkowych [Rysunek 5.3 Widok wykresu na telefonie Pixel 2][Rysunek 5.4 Widok kalkulatora na telefonie Pixel 2]. Wynika to z tego, że strona nie dopasowuje się do typu urządzenia końcowego, a do wielkości jego ekranu.



Rysunek 5.3 Widok wykresu na telefonie Pixel 2

Źródło: Opracowanie własne.

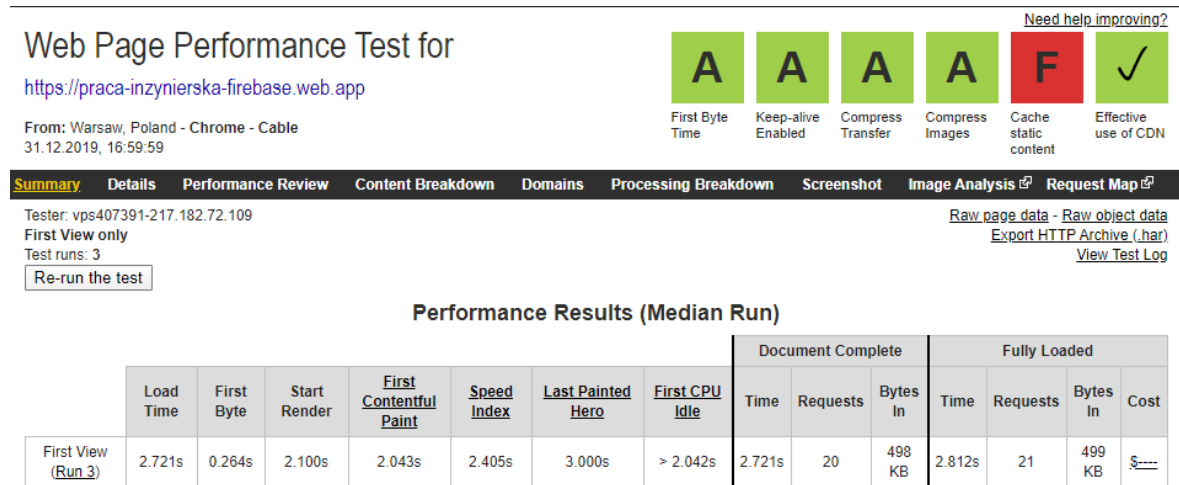
The screenshot shows a mobile application interface with a menu at the top: KURSY, KALKULATOR, and ALERTY. The main section is titled 'Kalkulator'. It has two input sections: 'Mam' (I have) and 'Chce' (I want). In the 'Mam' section, the value '1' is entered and the unit is 'polski złoty'. In the 'Chce' section, the value '0,26' is entered and the unit is 'dolar amery...'. Below the input fields, the results are displayed: '1 PLN = 0.26 USD', '1 PLN = 0.26 USD', and '3.80 PLN = 1 USD'. At the bottom, there are links for 'Regulamin', 'O nas', and 'Pomoc', and a copyright notice: '© 2019 Copyright Marta Fiedorowicz'.

Rysunek 5.4 Widok kalkulatora na telefonie Pixel 2

Źródło: Opracowanie własne.

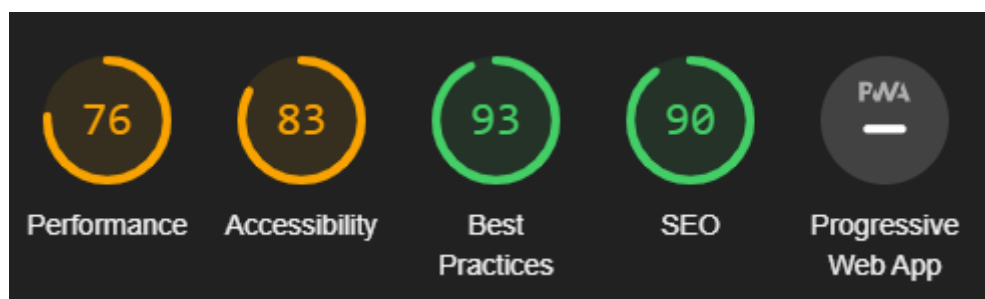
## 5.6. Testy wydajnościowe

W teście wydajnościowym Lighthouse [69] strona uzyskała ocenę 76/100 [Rysunek 5.6 Ocena Lighthouse], a w teście webpagetest [70] uzyskała ocenę A [Rysunek 5.5 Ocena WebPageTest]. Pierwszy bajt strony ładowany jest po 0,3 sekundy, a ostatni po 2,7 sekundy co daje całkiem przyzwoity wynik.



Rysunek 5.5 Ocena WebPageTest

Źródło: Opracowanie własne.



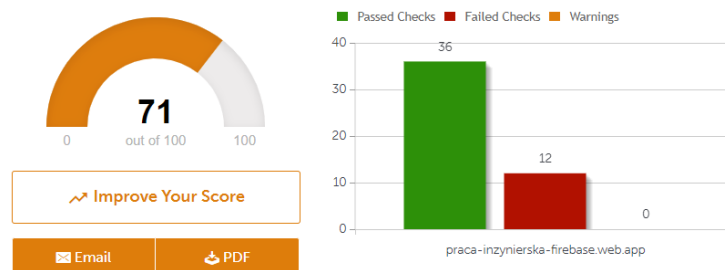
Rysunek 5.6 Ocena Lighthouse

Źródło: Opracowanie własne.



## 5.7. Test SEO (pozycjonowania)

Strona uzyskała wynik 90/100 w teście Lighthouse [69] i 71/100 w teście SEO Site Checkup [71][Rysunek 5.7 Ocena SEO]. Strona została pochwalona za używanie metadanych takich jak: tytuł, ikona strony i meta opis. Do poprawy został wskazany brak pliku sitemap.xml i robots.txt.



Rysunek 5.7 Ocena SEO

Źródło: Opracowanie własne.

## 5.8. Testy bezpieczeństwa

### Lokalizacja

Test lokalizacji wykazał [Rysunek 5.8 Wynik IP Checker], że domena należy do Google i serwer znajduje się na terenie USA. Patrząc na nazwę strony, która zawiera nazwę „Firebase” można łatwo wywnioskować przez jaką usługę została ona wdrożona.

#### Checking Domain Name

Domain Name: praca-inzynierska-firebase.web.app

Top Level Domain: APP (TLD owned by Google, general App development, marketing and support use)

#### DNS Lookup

IP Address: 151.101.65.195

Geolocation: US (United States), CA, California, 94107 San Francisco - [Google Maps](#)

Reverse DNS entry: not found

#### Domain Check

Domain Name: praca-inzynierska-firebase.web.app

Top Level Domain: APP (TLD owned by Google, general App development, marketing and support use)

Rysunek 5.8 Wynik IP Checker

Źródło: [72].

### Dobre praktyki

Strona została oceniona na 93/100 w tej kategorii przez Lighthouse [Rysunek 5.6 Ocena Lighthouse]. Tak wysoka ocena wynika m.in. z używania połączenia szyfrowanego HTTPS i aktualnych bibliotek JavaScript'u.

## 5.9. Testy użyteczności

Badanie użyteczności zostały przeprowadzone na dwóch grupach: współpracownikach rodzica autorki (grupa słabo posługująca się komputerem; 4 osoby) i dalszych znajomych autorki (grupa bardzo dobrze posługująca się komputerem; 4 osoby). Grupa ta wiedziała, kto jest autorką pracy i pomimo prośby o obiektywną ocenę, mogła nie zachować bezstronności, więc wyniki badań mogą nie być w pełni wiarygodne. Badanie powinno się powtórzyć dla innej grupy (najlepiej średnio technicznej).

Badanie polegało na daniu użytkownikowi laptopa z otwartą aplikacją (lub podaniu linka do wdrożenia u trzech osób) i prośbę o wykonanie następujących kroków:

- wyświetlenie kursu dolara amerykańskiego dla okresu 1 miesiąca,
- wyświetlanie kursu hrywny,
- podaniu ile można kupić euro za 62 zł,
- założeniu powiadomienia walutowego,
- podaniu pochodzenia danych i sposobu wyznaczania kursu przewidywanego,
- podaniu swoich uwag i oceny aplikacji.

Celem badania było sprawdzenie:

- jak użytkownicy radzą sobie z nawigacją,
- czy potrafią zmienić walutę i okres,
- czy podczas zmiany waluty korzystają z wyszukiwarki (dlatego proszono o wybór waluty z dołu droplisty),
- czy używają kalkulatora do obliczeń (dlatego proszono o przeliczenie nierównej wartości, żeby nie mogli tego łatwo zrobić w pamięci),
- czy rozumieją, że żeby założyć alert muszą się zarejestrować,
- czy wiedzą, gdzie znaleźć potrzebne informacje,
- ogólnej opinii o aplikacji.

Użytkownicy ocenili ogólnie aplikację na cztery w skali szkolnej. Uwagi, które zgłosili lub zostały zaobserwowane to:

- użytkownicy słabi technicznie nie zauważyli wyszukiwarki w liście walutowej.
- wszyscy badani mieli problem z znalezieniem informacji o danych. Użytkownicy słabi technicznie nie poradzi sobie z zadaniem ich znalezienia. Użytkownicy dobrych technicznie powiedzieli, że nie wiedzieli, że mogą uzyskać taką informację na stronie. Znajdywali ją w końcu klikając we wszystkie możliwe odnośniki.
- użytkownik, który sprawdzał na aplikację na własnym sprzęcie miał tak ustawione kolory w ekranie, że jasnoniebieskie tło w nagłówku i stopce było nierozróżnialne od białego tła reszty strony.
- użytkownicy uważali, że aplikacja jest zbyt mało innowacyjna, żeby zrezygnować na jej rzecz z mocno ustanowionej konkurencji.

## **Zakończenie**

### **Wykonane prace**

Wykonano następujące prace:

- analiza istniejących rozwiązań na rynku poprzez omówienie konkurencyjnych stron realizujących: wykres walut, kalkulator walutowy, powiadomienia, przewidywanie kursów (rozdziały [1.2][1.3][1.4][1.5]),
- przegląd technologii służących do tworzenia aplikacji webowych i wybór Angulara do front-endu i Firestore do back-endu (rozdział [1.6]),
- opisanie zastosowanej metody predykcji kursu – regresji liniowej (rozdział [1.8]),
- napisanie wymagań projektowych poprzez sformułowanie: problemu, listy funkcjonalności, profilu użytkownika i środowiska (rozdział [2]),
- opracowanie projektu zawierające m.in. słownik, spis wymagań, diagram klas, diagram przypadków użycia, strukturę bazy danych oraz projekt interfejsu (rozdział [3]),
- implementacja i dokumentacja aplikacji (załącznik i rozdział [4]),
- przetestowanie aplikacji poprzez testy: jednostkowe, integracyjne, end-to-end, zgodności, wydajności, pozycjonowania, bezpieczeństwa i użyteczności (rozdział [5]).

### **Realizacja celu pracy**

Celem pracy było opracowanie systemu usprawniającego podejmowanie decyzji dotyczących wymiany walut oraz zaprojektowanie i implementacja aplikacji webowej, która będzie realizować ten system.

Cel pracy został spełniony przez ten dokument i załączoną aplikację. Podejmowanie decyzji zostało usprawnione poprzez wyświetlanie historycznych danych i ich predykcję. Użytkownik może na ich bazie sam podjąć decyzję, kiedy wymienić walutę lub założyć alert, który wskaże za niego optymalną datę.

### **Wnioski**

Na rynku jest duże zapotrzebowanie na aplikacje takiego typu, jest także dużo konkurencyjnych rozwiązań. Mimo tego udało się wykonać produkt z innowacyjnymi funkcjonalnościami (wykres predykcji, alerty optymalne) i potencjałem na rozwój.

### **Kierunki rozwoju**

Plan rozwoju projektu składa się z:

- badania innych modeli predykcji i porównanie ich skuteczności z istniejącym modelem,
- usprawnienia algorytmu wyboru alertów optymalnych przez zastąpienie istniejącego lepszą metaheurystyką lub nawet sztuczną inteligencją,
- dodania innych opcji przy wyświetlaniu wykresu takich jak możliwość zmiany typu wykresu z liniowego na świecowy,
- dodaniu opcji wyboru kursu z rynku walutowego forex,
- przeprowadzania analizy statystycznej aplikacji poprzez narzędzia takie jak Google Analytics [73],
- zarabiania na aplikacji poprzez wyświetlanie reklam lub zrealizowanie lepszego modelu predykcji dla płacących użytkowników.

## Bibliografia

- [1] „International Organization for Standardization,” 2020. [Online]. Available: <https://www.iso.org/iso-4217-currency-codes.html>.
- [2] M. Kisiel, „Jaką kartą płacić za granicą, żeby było taniej?,” 2020. [Online]. Available: <https://www.bankier.pl/wiadomosc/Jaka-karta-placic-za-granica-poradnik-7695441.html>.
- [3] K. Kolany, „Prognoza walutowa: perspektywy złotego nieco się poprawiły,” 2020. [Online]. Available: <https://www.bankier.pl/wiadomosc/Prognoza-walutowa-perspektywy-zlotego-nieco-sie-poprawily-7767176.html>.
- [4] Hackernoon, „Angular vs React vs Vue: Which is the Best Choice for 2019?,” 2020. [Online]. Available: <https://hackernoon.com/angular-vs-react-vs-vue-which-is-the-best-choice-for-2019-16ce0deb3847>.
- [5] Ł. Bodurka, „React, Angular, Vue.js- który framework wybrać w 2019?,” 2020. [Online]. Available: <https://bulldogjob.pl/news/600-react-angular-vue-js-ktory-framework-wybrac-w-2019>.
- [6] CloudFlare, „What is BaaS? | Backend-as-a-Service vs. Serverless,” 2020. [Online]. Available: <https://www.cloudflare.com/learning/serverless/glossary/backend-as-a-service-baas/>.
- [7] „AngularFire,” 2020. [Online]. Available: <https://github.com/angular/angularfire>.
- [8] „Bootstrap,” 2020. [Online]. Available: <https://getbootstrap.com/>.
- [9] „Angular Material Design,” 2020. [Online]. Available: <https://material.angular.io/>.
- [10] M. Ziętał, „Bootstrap or Material Design? What is better for Angular 6?,” 2020. [Online]. Available: <https://www.futurum.tech/blog/index.php/2018/06/04/bootstrap-or-material-design-what-is-better-for-angular-6/>.
- [11] M. Rubaszek i D. Serwa, Analiza kursu walutowego, Wydawnictwo C.H. Beck, 2009.
- [12] R. Hyndman i G. Athanasopoulos, Forecasting: Principles and Practice, OTexts, 2018.
- [13] U. Khan, F. Aadil, M. Ghazanfar, S. Khan, N. Metawa, K. Muhammad, I. Mehmood i Y. Nam, „A Robust Regression - Based Stock Exchange Forecasting and Determination of Correlation,” *Sustainability*, 2018.
- [14] K. Sharma, H. Hota i R. Handa, „Prediction of foreign exchange rate using regression techniques,” *Review of Business and Technology Research*, 2017.
- [15] Policzto, „Regresja liniowa,” 2020. [Online]. Available: <http://www.policzto.com.pl/index.php/data-science/regresja-liniowa/regresja-liniowa>.
- [16] Cyrkiel, „Prosta regresji,” 2020. [Online]. Available: <https://cyrkiel.info/statystyka/prosta-regresji/>.
- [17] JavaTPoint, „Linear Regression in Machine Learning,” 2020. [Online]. Available: <https://www.javatpoint.com/linear-regression-in-machine-learning>.
- [18] A. Bayas, „Currency Risk Management: Predicting the EUR/USD Exchange Rate,” *Digital WPI Major Qualifying Projects*, 2018.
- [19] B. Hnatkowska, Wykłady prowadzone w ramach zajęć "Projektowanie oprogramowania", Politechnika Wrocławska, 2019.
- [20] I. Sommerville, Software Engineering, Pearson, 2015.
- [21] R. Martin, Czysty kod. Podręcznik dobrego programisty, Helion, 2010.

- [22] UML, „Unified Modeling Language,” 2020. [Online]. Available: <https://www.uml.org/>.
- [23] Visual Paradigm, „Visual Paradigm,” 2020. [Online]. Available: <https://www.visual-paradigm.com/>.
- [24] RuleSpeak, „RuleSpeak,” 2020. [Online]. Available: <http://www.rulespeak.com/pl/>.
- [25] StatCounter, „Desktop Browser Market Share Worldwide Jan - Dec 2018,” 2020. [Online]. Available: <https://gs.statcounter.com/browser-market-share/desktop/worldwide/2018>.
- [26] StatCounter, „Mobile Screen Resolution Stats Poland Jan - Dec 2018,” 2020. [Online]. Available: <https://gs.statcounter.com/screen-resolution-stats/mobile/poland/2018>.
- [27] M. Nayrolles, Angular Design Patterns, O'REILLY, 2018.
- [28] T. Alexander, „regression-js,” 2020. [Online]. Available: <https://github.com/Tom-Alexander/regression-js>.
- [29] „Material Design,” 2020. [Online]. Available: <https://material.io/design/>.
- [30] J. Beaird i J. George, The Principles of Beautiful Web Design, SitePoint, 2014.
- [31] S. Pawar, „8 Principles of Good Website Design,” 2020. [Online]. Available: <https://wpastra.com/good-website-design/>.
- [32] AgileModeling, „User Interface Flow Diagrams (UI Storyboards): An Agile Introduction,” 2020. [Online]. Available: <http://www.agilemodeling.com/artifacts/uiFlowDiagram.htm>.
- [33] Git, „Git,” 2020. [Online]. Available: <https://git-scm.com/>.
- [34] GitKraken, „GitKraken,” 2020. [Online]. Available: <https://www.gitkraken.com/>.
- [35] GitHub, „GitHub,” 2020. [Online]. Available: <https://github.com/>.
- [36] Angular, „Angular,” 2020. [Online]. Available: <https://angular.io/>.
- [37] OpenJS Foundation, „Node.js,” 2020. [Online]. Available: <https://nodejs.org/en/>.
- [38] npm, „npm,” 2020. [Online]. Available: <https://docs.npmjs.com/about-npm/>.
- [39] Microsoft, „TypeScript,” 2020. [Online]. Available: <https://www.typescriptlang.org/>.
- [40] Google, „Firebase,” 2020. [Online]. Available: <https://firebase.google.com/>.
- [41] Google, „Firebase Authentication,” 2020. [Online]. Available: <https://firebase.google.com/docs/auth>.
- [42] Google, „Cloud Firestore,” 2020. [Online]. Available: <https://firebase.google.com/docs/firestore>.
- [43] Google, „Cloud Functions for Firebase,” 2020. [Online]. Available: <https://firebase.google.com/docs/functions>.
- [44] Mozilla Corporation, „JavaScript,” 2020. [Online]. Available: <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript>.
- [45] Microsoft, „Visual Studio Code,” 2020. [Online]. Available: <https://code.visualstudio.com/>.
- [46] Microsoft, „TSLint,” 2020. [Online]. Available: <https://marketplace.visualstudio.com/items?itemName=ms-vscode.vscode-typescript-tslint-plugin>.
- [47] Angular, „Angular Language Service,” 2020. [Online]. Available: <https://angular.io/guide/language-service>.

- [48] Google, „Google Chrome,” 2020. [Online]. Available: [https://www.google.com/intl/pl\\_pl/chrome/](https://www.google.com/intl/pl_pl/chrome/).
- [49] N. Murray, F. Coury, A. Lerner i C. Taborda, ng-book: The Complete Guide to Angular, CreateSpace Independent Publishing Platform, 2018.
- [50] Angular, „Workspace and project file structure,” 2020. [Online]. Available: <https://angular.io/guide/file-structure>.
- [51] C. Coyier, „Sticky Footer, Five Ways,” 2020. [Online]. Available: <https://css-tricks.com/couple-takes-sticky-footer/>.
- [52] ng-select, „ng-select,” 2020. [Online]. Available: <https://github.com/ng-select/ng-select>.
- [53] R. Sedgewick i K. Wayne, Algorytmy, Helion, 2012.
- [54] Chart.js, „Chart.js,” 2020. [Online]. Available: <https://www.chartjs.org/>.
- [55] Valor Software, „ng2-charts,” 2020. [Online]. Available: <https://valor-software.com/ng2-charts/>.
- [56] N. Rempel, „How to use HttpClient and HttpInterceptor to Cache Requests in Angular 5,” 2020. [Online]. Available: <https://nrempel.com/how-to-use-httpclient-and-httpinterceptor-to-cache-requests-in-angular-5/>.
- [57] FreakyJolly, „Angular 7/6 Firebase Login with Email & Google / Gmail Account with Reset Password,” 2020. [Online]. Available: <https://www.freakyjolly.com/angular-7-6-firebase-login-with-email-google-gmail-account-with-reset-password/>.
- [58] E. Gamma, R. Helm, J. V. R. Johnson i G. Booch, Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software, Addison-Wesley Professional, 1994.
- [59] RxJS, „Reactive Extensions Library for JavaScript,” 2020. [Online]. Available: <https://rxjs-dev.firebaseapp.com/>.
- [60] Angular, „HttpClient,” 2020. [Online]. Available: <https://angular.io/guide/http>.
- [61] Google, „What Is Pub/Sub?,” 2020. [Online]. Available: <https://cloud.google.com/pubsub/docs/overview>.
- [62] S. Turkiewicz, „Jak testować serwisy i aplikacje internetowe?,” 2020. [Online]. Available: <https://www.intellect.pl/blog/jak-testowac-serwisy-i-aplikacje-internetowe/>.
- [63] testPro, „Testowanie aplikacji webowych – dobre praktyki,” 2020. [Online]. Available: <http://testpro.pl/poradnik-pocztakujacego-testera-testowanie-aplikacji-webowych/>.
- [64] Jasmine, „Jasmine,” 2020. [Online]. Available: <https://jasmine.github.io/>.
- [65] F. Ziegelmayer, „Karma,” 2020. [Online]. Available: <https://karma-runner.github.io/latest/index.html>.
- [66] testerzy.pl, „Czym jest scenariusz testowy?,” 2020. [Online]. Available: <http://testerzy.pl/baza-wiedzy/czym-jest-scenariusz-testowy>.
- [67] Protractor, „Protractor,” 2020. [Online]. Available: <http://www.protractortest.org/#/>.
- [68] LambdaTest, „Cross Browser Testing Cloud,” 2020. [Online]. Available: <https://www.lambdatest.com/>.
- [69] Google, „Lighthouse,” 2020. [Online]. Available: <https://developers.google.com/web/tools/lighthouse>.
- [70] WebPageTest, „Test a website's performance,” 2020. [Online]. Available: <https://www.webpagetest.org/>.

- [71] SEO Site Checkup, „Search Engine Optimization Made Easy,” 2020. [Online]. Available: <https://seositecheckup.com/>.
- [72] Geotek Datentechnik, „IP Checker,” 2020. [Online]. Available: [https://ipinfo.info/html/ip\\_checker.php](https://ipinfo.info/html/ip_checker.php).
- [73] Google, „Google Analytics,” 2020. [Online]. Available: <https://analytics.google.com/analytics/>.
- [74] Encyklopedia powszechna PWN, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, 2013.
- [75] GeeksforGeeks, „Frontend vs Backend,” 2020. [Online]. Available: <https://www.geeksforgeeks.org/frontend-vs-backend/>.
- [76] P. Smyrdek, „Czym jest framework i po co go używać,” 2020. [Online]. Available: <https://poznajprogramowanie.pl/czym-jest-framework-i-po-co-go-uzywac/>.



## Spis rysunków

Rysunek 1.1 Graficzne przedstawienie regresji liniowej.....	10
Rysunek 3.1 Diagram modelu domenowego .....	16
Rysunek 3.2 Piktogram wybranych wymagań funkcjonalnych.....	20
Rysunek 3.3 Piktogram wybranych wymagań niefunkcjonalnych.....	20
Rysunek 3.4 Diagram przypadków użycia .....	21
Rysunek 3.5 Diagram modelu informacyjnego .....	28
Rysunek 3.6 Diagram modelu logicznego .....	29
Rysunek 3.7 Diagram związków encji.....	30
Rysunek 3.8 Diagram architektury fizycznej.....	30
Rysunek 3.9 Projekt ekranu wykresu.....	31
Rysunek 3.10 Projekt ekranu kalkulatora .....	32
Rysunek 3.11 Projekt ekranu powiadomień .....	32
Rysunek 3.12 Projekt ekranu rejestracji .....	33
Rysunek 3.13 Projekt ekranu logowania .....	33
Rysunek 3.14 Projekt ekranu konta użytkownika.....	34
Rysunek 3.15 Projekt ekranu regulaminu .....	34
Rysunek 3.16 Projekt ekranu twórcy .....	35
Rysunek 3.17 Projekt ekranu pomocy .....	35
Rysunek 3.18 Diagram przepływu sterowania .....	36
Rysunek 4.1 Widok struktury aplikacji w Visual Studio Code .....	38
Rysunek 4.2 Diagram ekranu głównego .....	42
Rysunek 4.3 Zrzut ekranu głównego dla użytkownika niezalogowanego.....	43
Rysunek 4.4 Zrzut ekranu głównego dla użytkownika zalogowanego.....	43
Rysunek 4.5 Zrzut ekranu wykresu .....	45
Rysunek 4.6 Zrzut ekranu wykresu – grupowanie listy walut.....	46
Rysunek 4.7 Zrzut ekranu wykresu - wyszukiwanie listy walut .....	46
Rysunek 4.8 Zrzut ekranu wykresu - serwis jest niedostępny .....	47
Rysunek 4.9 Zrzut ekranu wykresu - uniesienie myszki nad wykres .....	47
Rysunek 4.10 Zrzut ekranu wykresu dla euro (tabela A) wykonany 2019-12-29 .....	48
Rysunek 4.11 Zrzut ekranu wykresu dla sola (tabela B) wykonany 2019-12-29.....	48
Rysunek 4.12 Zrzut ekranu kalkulatora .....	50
Rysunek 4.13 Zrzut ekranu alertów .....	51
Rysunek 4.14 Zrzut ekranu alertów – kalendarz .....	52
Rysunek 4.15 Zrzut ekranu alertów - wpisanie złej daty.....	52
Rysunek 4.16 Zrzut ekranu powiadomień – serwis niedostępny.....	53
Rysunek 4.17 Zrzut ekranu serwisu Firebase - baza danych .....	53
Rysunek 4.18 Zrzut ekranu serwisu Firebase – funkcje sieciowe .....	54
Rysunek 4.19 Zrzut ekranu powiadomienia email na serwisie Ethereum .....	55
Rysunek 4.20 Zrzut ekranu serwisu Firebase – serwis autoryzacji .....	56
Rysunek 4.21 Zrzut ekranu rejestracji – komunikat .....	57
Rysunek 4.22 Zrzut ekranu logowania .....	57
Rysunek 4.23 Zrzut ekranu rejestracji .....	58
Rysunek 4.24 Zrzut ekranu konta użytkownika .....	58
Rysunek 5.1 Zrzut ekranu fragmentów wyników testów jednostkowych .....	61
Rysunek 5.2 Zrzut ekranu rezultatów testów e2e .....	63
Rysunek 5.3 Widok wykresu na telefonie Pixel 2 .....	65
Rysunek 5.4 Widok kalkulatora na telefonie Pixel 2.....	65
Rysunek 5.5 Ocena WebPageTest .....	66

Rysunek 5.6 Ocena Lighthouse .....	66
Rysunek 5.7 Ocena SEO.....	67
Rysunek 5.8 Wynik IP Checker.....	68

## Spis tabel

Tabela 1.1 Przedstawienie portalu <a href="http://www.kursy-walut-wykresy.mybank.pl/">www.kursy-walut-wykresy.mybank.pl/</a> .....	3
Tabela 1.2 Przedstawienie portalu <a href="http://www.money.pl">www.money.pl</a> .....	4
Tabela 1.3 Przedstawienie portalu <a href="http://www.money.pl">www.money.pl</a> .....	4
Tabela 1.4 Przedstawienie portalu <a href="http://www.cinkciarz.pl">www.cinkciarz.pl</a> .....	4
Tabela 1.5 Przedstawienie portalu <a href="http://www.alertwalutowy.pl">www.alertwalutowy.pl</a> .....	5
Tabela 1.6 Przedstawienie portalu <a href="http://www.rkantor.com">www.rkantor.com</a> .....	5
Tabela 1.7 Przedstawienie portalu <a href="http://www.usdforecast.com">www.usdforecast.com</a> .....	6
Tabela 1.8 Przedstawienie portali <a href="http://www.kursfunta.info.pl">www.kursfunta.info.pl</a> , <a href="http://www.kursdolara.info.pl">www.kursdolara.info.pl</a> , <a href="http://www.sprawdzeuro.pl">www.sprawdzeuro.pl</a> .....	6
Tabela 1.9 Przedstawienie portalu <a href="http://www.longforecast.com">www.longforecast.com</a> .....	7
Tabela 1.10 Przedstawienie portalu <a href="http://www.tradingeconomics.com">www.tradingeconomics.com</a> .....	7
Tabela 1.11 Przedstawienie portalu <a href="http://www.oxfordeconomics.com">www.oxfordeconomics.com</a> .....	7
Tabela 1.12 Przedstawienie portalu <a href="http://www.walletinvestor.com">www.walletinvestor.com</a> .....	8
Tabela 1.13 Porównanie frameworków React, Angular, Vue między sobą .....	9
Tabela 2.1 Omówienie problemu.....	12
Tabela 3.1 PU#01 Rejestracja.....	22
Tabela 3.2 PU#02 Logowanie.....	22
Tabela 3.3 PU#03 Wyświetlenie wykresu waluty .....	23
Tabela 3.4 PU#04 Przeliczanie walut .....	24
Tabela 3.5 PU#05 Wyświetlenie powiadomień.....	24
Tabela 3.6 PU#06 Dodanie powiadomienia .....	25
Tabela 3.7 PU#07 Usunięcie powiadomienia .....	25
Tabela 3.8 PU#08 Przeglądanie konta dla użytkownika zalogowanego .....	26
Tabela 3.9 PU#08 Przeglądanie konta dla administratora .....	26
Tabela 3.10 PU#09 Wysyłanie powiadomienia.....	27
Tabela 3.11 PU#10 Usunięcie konta.....	27
Tabela 4.1 Spis folderów i niektórych plików wraz z ich opisami .....	39
Tabela 5.1 Scenariusz testowy ST#01 .....	62
Tabela 5.2 Procedura testowa PT#01.....	62

## Spis listingów

Listing 4.1 Fragment kodu źródłowego z pliku <code>app-routing.module.ts</code> .....	44
Listing 4.2 Fragment kodu źródłowego z pliku <code>functions/index.js</code> .....	54
Listing 4.3 Fragment kodu źródłowego z pliku <code>predict.service.ts</code> .....	59
Listing 4.4 Fragment kodu źródłowego z pliku <code>rates.component.ts</code> .....	59
Listing 4.5 Fragment kodu źródłowego z pliku <code>firebase-optimal-alerts.ts</code> .....	60
Listing 4.6 Fragment kodu źródłowego z pliku <code>nbp-currencies.service.ts</code> .....	60
Listing 5.1 Przykładowy test e2e sprawdzający poprawność procesu logowania.....	63

## Załącznik

Do pracy została załączona płytka CD z kodem źródłowym aplikacji.