

PRACA DYPLOMOWA INŻYNIERSKA

**SYSTEM PLANOWANIA BUDŻETU DOMOWEGO Z ASPEKTEM
SPOŁECZNOŚCIOWYM**

Wydział Fizyki Technicznej, Informatyki i Matematyki Stosowanej

Promotor: dr inż. Łukasz Chomątek

Dyplomant: Paweł Purgat

Nr albumu: 203975

Kierunek: informatyka

Specjalność: Inżynieria Oprogramowania i Analiza Danych

Łódź, data

Spis treści

1. Wstęp	4
1.1. Problematyka i zakres pracy	4
1.2. Cele pracy	4
1.3. Przegląd literatury w dziedzinie komputerowej analizy danych finansowych	4
2. Zarządzanie budżetem oraz predykcja wydatków przy użyciu znanych metod analizy danych	5
2.1. Wprowadzenie	5
2.2. Dostępne aplikacje do zarządzania budżetem	5
2.3. Objasnienie pojęć z dziedziny komputerowej analizy danych finansowych	8
2.4. Opis wybranych metod analizy danych	8
2.4.1. Wieloraka regresja liniowa	8
2.4.2. Metoda najmniejszych kwadratów	9
2.5. Wykorzystanie metod analizy danych do predykcji wydatków	10
3. Technologie użyte w projekcie	11
3.1. Języki programowania	11
3.2. Platformy programistyczne (frameworki)	13
3.3. Narzędzia i wzorce projektowe	15
3.4. Biblioteki	17
4. Dokumentacja techniczna aplikacji do zarządzania budżetem i predykcji wydatków	18
4.1. Opis założeń projektu aplikacji	18
4.2. Warstwa modelu danych	18
4.3. Warstwa logiki biznesowej	18
4.4. Warstwa interfejsu użytkownika - aplikacja mobilna	18
5. Dokumentacja użytkownika aplikacji do zarządzania budżetem i predykcji wydatków	19
5.1. Moduł obsługi kont użytkowników	19
5.2. Moduł rejestracji wydatków i przychodów	19
5.3. Moduł predykcji wydatków	19

6. Podsumowanie	20
6.1. Wnioski	20
6.2. Perspektywy rozwoju	20
Bibliografia	21
Spis rysunków	23
Spis tabel	24
Spis listingów	25

1. Wstęp

1.1. Problematyka i zakres pracy

1.2. Cele pracy

1.3. Przegląd literatury w dziedzinie komputerowej analizy danych finansowych

2. Zarządzanie budżetem oraz predykcja wydatków przy użyciu znanych metod analizy danych

2.1. Wprowadzenie

Z zagadnieniem zarządzania budżetem domowym spotyka się każdy, kto dysponuje środkami pieniężnymi. Oznacza ono analizę wszystkich poniesionych kosztów oraz planowanie przyszłych wydatków. Prawidłowe zarządzanie budżetem pozwala na świadome i przemyślane wydawanie pieniędzy oraz ułatwia oszczędzanie.

Na zarządzanie budżetem istnieje wiele sposobów. Najprostszym i najstarszym z nich jest prowadzenie dziennika dochodów i wydatków. Usprawnieniem tego procesu są liczne aplikacje ułatwiające prowadzenie budżetu domowego przez wykorzystanie komputera lub smartfona. Udostępniają one szereg funkcjonalności, które sprawiają, że rejestracja przychodów i wydatków staje się łatwiejsza. Samo rejestrowanie kosztów nie pozwala jednak na ich planowanie, przez co zarówno tradycyjne podejście do zarządzania budżetem, jak i istniejące aplikacje do tego służące nie są w pełni funkcjonalne.

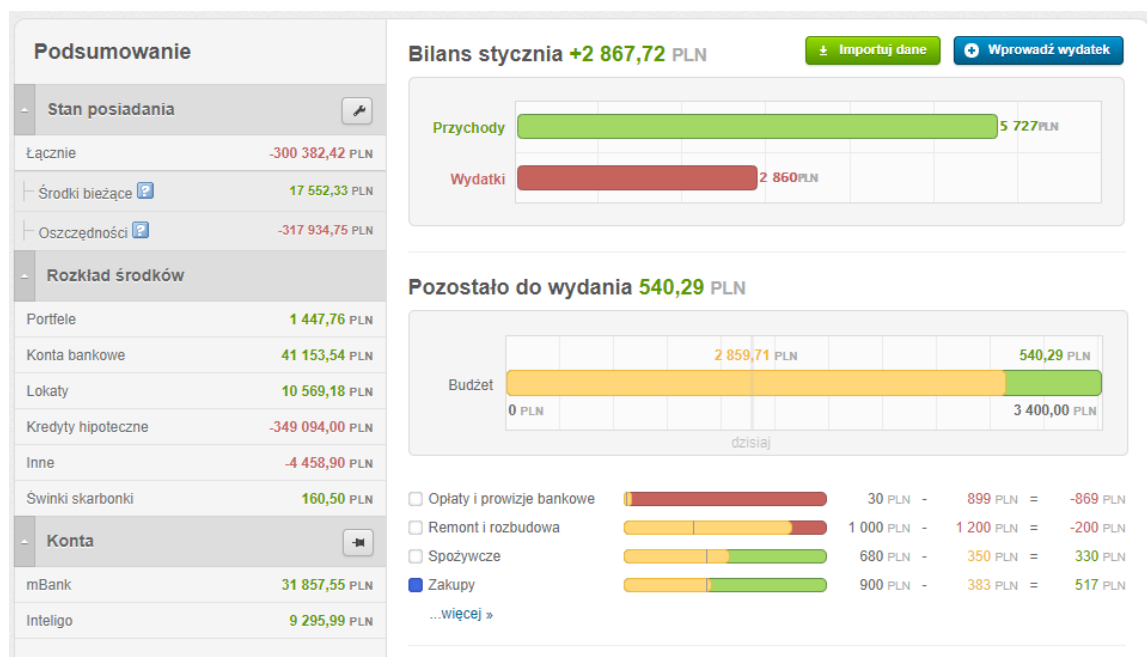
Powstała aplikacja na podstawie danych o przychodach i rozchodach wszystkich użytkowników pozwala na **predykcję**, czyli przewidywanie wydatków powiązanych z zakupem produktów lub usług, które niosą za sobą koszty utrzymania, np. samochodu.

2.2. Dostępne aplikacje do zarządzania budżetem

Na rynku jest dostępnych wiele aplikacji służących do zarządzania budżetem, zarówno płatnych, jak i darmowych. Poddane analizie zostały trzy aplikacje wykorzystywane w tym celu: **Kontomierz**, **YNAB** i **Spendee**.

Kontomierz (rys. 2.1) jest darmową aplikacją dostępną poprzez przeglądarkę internetową oraz aplikacje na systemy Android oraz iOS. Pobiera ona dane o wydatkach użytkownika

z historii transakcji na koncie bankowym. Aplikacja ta prezentuje użytkownikowi w przejrzysty sposób strukturę wydatków wraz z ich kategoriami, propozycje oszczędności oraz usług bankowych. Jest zintegrowana z systemami wielu polskich banków, dzięki czemu w szybki sposób umożliwia orientację w bieżącej sytuacji finansowej użytkownika. Jest to najpopularniejsza aplikacja do zarządzania budżetem na polskim rynku.

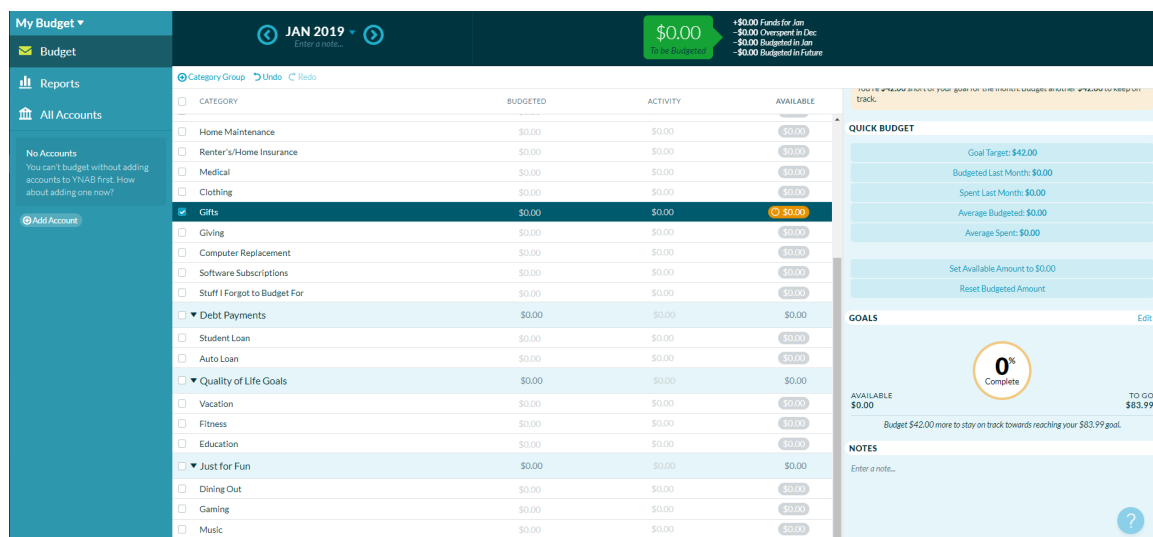


Rysunek 2.1. Interfejs aplikacji Kontomierz

YNAB - You Need A Budget (rys. 2.2) to aplikacja dostępna w języku angielskim, zarówno poprzez przeglądarkę internetową, jak i przez aplikacje mobilne, służąca do kompleksowej rejestracji i planowania budżetu. Podobnie jak Kontomierz, posiada możliwość importu danych z konta bankowego, jednak z racji tego, iż nie jest to polska aplikacja, nie ma możliwości importu danych z polskich banków.

YNAB jest jedną z bardziej rozbudowanych aplikacji dostępnych na rynku, aczkolwiek nie jest aplikacją darmową, dostępny jest jedynie miesięczny bezpłatny okres próbny. W skład jej funkcjonalności wchodzi automatyczna rejestracja wydatków i przychodów oraz kompleksowy system planowania budżetu. Wszystkie wolne środki jakie posiadamy przypisujemy do wybranych celów, którymi są planowane wydatki, opłaty stałe bądź oszczędności.

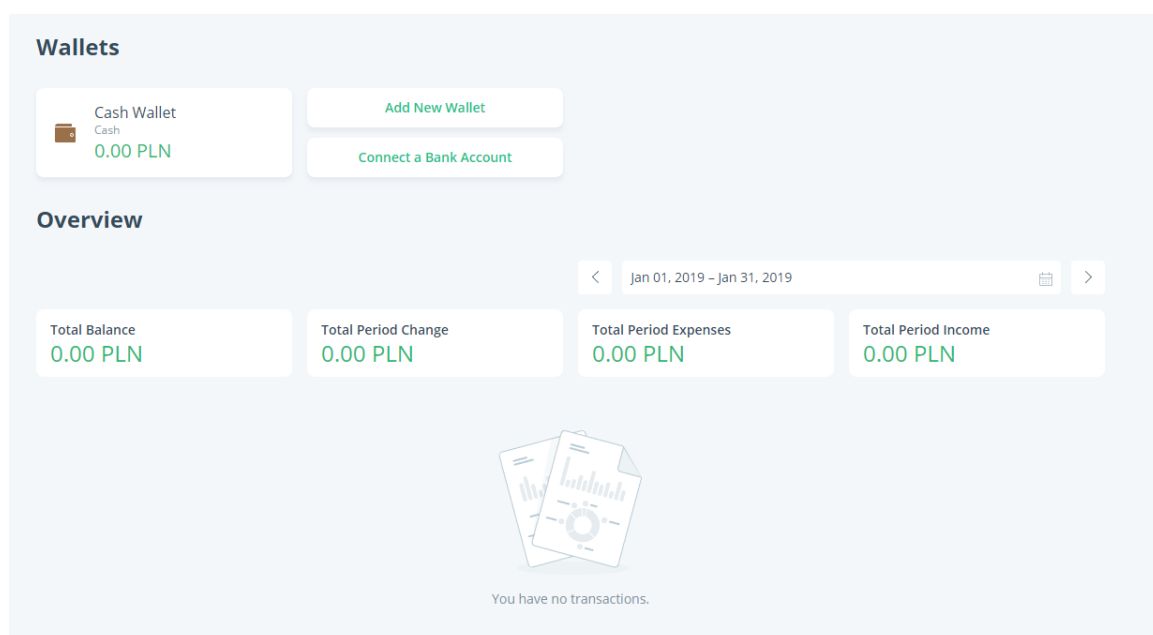
Spendee (rys. 2.3) jest aplikacją anglojęzyczną służącą do zarządzania budżetem. Jest dostępna zarówno w formie aplikacji webowej, jak i mobilnej. Aplikacja posiada wersję podstawową oraz dwie wersje płatne różniące się dostępnymi funkcjonalnościami. Pakiet



Rysunek 2.2. Interfejs aplikacji YNAB

podstawowy jest darmowy oraz oferuje możliwość wprowadzania i przeglądania wydatków oraz dochodów użytkownika.

Wersje płatne oferują znacznie więcej funkcjonalności. Aplikacja pozwala na automatyczny import danych z systemów bankowych oraz, w przeciwieństwie do YNAB, obsługuje banki z wielu krajów, w tym także z Polski. Wykupując wersję premium użytkownik dostaje również możliwość dzielenia wirtualnego portfela z innymi użytkownikami oraz automatyczną kategoryzację wydatków przy imporcie danych z systemu bankowego.



Rysunek 2.3. Interfejs aplikacji Spendee

2.3. Objaśnienie pojęć z dziedziny komputerowej analizy danych finansowych

Statystyka to nauka o metodach badań poświęconych liczbowo wyrażalnym właściwościom zbiorowości oraz wszelkie prace związane z gromadzeniem i opracowaniem masowych danych liczbowych.[9]

Analiza regresji jest statystyczną metodologią przewidywania wartości jednej lub więcej zmiennych odpowiedzi (zależnych) za pomocą zbioru predyktorów (czyli zmiennych niezależnych). Może być także użyta do oszacowania efektów jakie predyktory wywierają na odpowiedzi.[8]

Predykcja (prognostowanie) to przewidywanie jakie wartości przyjmie zmienna objaśniana przy zadanej wielkości zmiennej objaśniającej.[9]

2.4. Opis wybranych metod analizy danych

2.4.1. Wieloraka regresja liniowa

Niech z_1, z_2, \dots, z_k będą zbiorem k predyktorów, które potencjalnie wpływają na zmienną Y . Model regresji liniowej n -elementowej próbki:

$$Y_n = \beta_0 + \beta_1 z_{n1} + \beta_2 z_{n2} + \dots + \beta_k z_{nk} + \epsilon_n$$

gdzie $\beta_i, i = 0, 1, \dots, k$ są nieznanymi i ustalonymi współczynnikami regresji,

β_0 jest wyrazem wolnym,

ϵ jest błędem losowym.[8]

Dla zbioru n rekordów danych model regresji możemy zapisać w postaci macierzowej:

$$Y = X\beta + \epsilon$$

gdzie

$$Y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} - \text{macierz zmiennych zależnych,}$$

$$X = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1k} \\ 1 & x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2k} \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ 1 & x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nk} \end{bmatrix} \text{ - macierz predyktorów,}$$

$$\beta = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_n \end{bmatrix} \text{ - macierz współczynników regresji,}$$

$$\epsilon = \begin{bmatrix} \epsilon_1 \\ \epsilon_2 \\ \vdots \\ \epsilon_n \end{bmatrix} \text{ - macierz reszt. [1]}$$

2.4.2. Metoda najmniejszych kwadratów

Idea **metody najmniejszych kwadratów** polega na znalezieniu takich współczynników równania regresji, aby zminimalizować rozrzut między wartościami rzeczywistymi i odpowiadającymi im wartościami teoretycznymi zmiennej, czyli zminimalizować sumę kwadratów reszt.[9]

W najlepszym wypadku różnica między wartościami rzeczywistymi i teoretycznymi wynosi 0, zatem reszta ϵ dla każdego rekordu danych jest równa 0. W takim wypadku model regresji można zapisać następująco:

$$Y = X\beta$$

Przekształcając powyższe równanie otrzymujemy:

$$Y - X\beta = 0$$

$$X^T(Y - X\beta) = 0$$

$$X^TY - X^TX\beta = 0$$

$$X^TX\beta = X^TY$$

Stąd macierz współczynników regresji wyznaczamy w następujący sposób:

$$\beta = (X^T X)^{-1} X^T Y$$

gdzie

X - macierz predyktorów,

Y - macierz zmiennych zależnych.[1]

Przedstawione operacje na macierzach X^T i X^{-1} to odpowiednio *transpozycja macierzy* oraz *odwrócenie macierzy*.

2.5. Wykorzystanie metod analizy danych do predykcji wydatków

Predykcja wydatków w stworzonej aplikacji wiąże się z tzw. **wydatkami głównymi**. Są to wydatki, które generują dodatkowe, występujące przez kilka następnych miesięcy, koszty. Użytkownik, po wprowadzeniu kategorii oraz wielkości wydatku głównego, na podstawie danych o wydatkach wszystkich użytkowników, dostaje predykcję kosztów związanych ze wspomnianym wydatkiem w miesiącach po nim następujących.

Model regresji skonstruowany na potrzeby predykcji posiada trzy predyktory: miesięczny dochód użytkownika, wielkość wydatku dla którego wykonywana jest predykcja oraz suma wydatków z prognozowanej kategorii. Współczynniki regresji wyznaczane są przy pomocy metody najmniejszych kwadratów opisaną w rozdziale 2.4.2. Dla prognozy na każdy kolejny miesiąc tworzony jest model regresji, koszty w każdym miesiącu obliczane są przy użyciu innych współczynników regresji.

Dostępne na rynku aplikacje do zarządzania budżetem zapewniają kompleksowe rozwiązania służące do rejestracji wydatków i dochodów oraz planowania budżetu. Ich funkcjonalność może być wzbogacona o aspekt prognozowania wydatków. Mógłby on być szczególnie przydatny przy planowaniu przyszłych kosztów oraz ich integracji z istniejącym budżetem.

3. Technologie użyte w projekcie

System stworzony na potrzeby niniejszej pracy składa się z dwóch komponentów: warstwy logiki (ang. *backend*) oraz warstwy interfejsu użytkownika (ang. *frontend*).

Obecnie istnieje na rynku wiele technologii umożliwiających realizację warstwy backendu, jak np. Spring (Java), ASP .NET (C#), ASP .NET Core (C#). Technologie te różnią się wymaganiami oraz dostępnymi narzędziami.

Warstwa frontendu została zrealizowana w formie aplikacji mobilnej. Aplikacje te można podzielić na trzy kategorie:

- Natywne - zbudowane dla konkretnej platformy i napisane w języku dla niej odpowiednim, np. Swift dla iOS lub Kotlin dla Androida. Tak wykonane aplikacje cechują się szybkością oraz dostępem do funkcji urządzenia, takich jak akcelerometr czy czytnik linii papilarnych. Aplikacja natywna jest powiązana z konkretnym systemem operacyjnym, przez co proces tworzenia takowej dla różnych platform wiąże się z pisaniem odrębnych aplikacji.
- Webowe - dostęp do nich odbywa się poprzez przeglądarkę internetową. Nie mają dostępu do urządzenia na takim poziomie, jak aplikacje natywne, są jednak niezależne od systemu operacyjnego, przez co mniej kosztowne w produkcji. Popularne technologie tworzenia aplikacji webowych to np. Ruby on Rails (Ruby), Angular (TypeScript).
- Hybrydowe - połączenie aplikacji natywnej i webowej, posiadają zalety obu kategorii, nie są jednak tak szybkie, jak natywne. Ich interfejs stworzony jest w formie aplikacji webowej i jest interpretowany przez natywną aplikację dla konkretnego systemu. Pozwala to na tworzenie aplikacji, do których nie jest wymagana przeglądarka internetowa, posiadających dostęp do urządzenia na poziomie aplikacji natywnej. Aplikacje hybrydowe tworzone są przy pomocy takich technologii jak Xamarin Forms (C#) i React Native (JavaScript).

3.1. Języki programowania

Język **Java** jest współbieżnym, opartym na klasach i zorientowanym obiektowo językiem ogólnego zastosowania. Jest zaprojektowany tak, aby być prostym i sprawdzonym językiem.

Zapewnia automatyczne zarządzanie pamięcią przy użyciu odśmieccacza (ang. *garbage collector*). Kod napisany w Javie jest kompilowany do tzw. kodu bajtowego Javy (ang. *Java bytecode*), który jest interpretowany przez maszynę wirtualną Javy (ang. *Java Virtual Machine, JVM*), dzięki czemu jest wieloplatformowy (ang. *cross-platform*).[6]

```
class Program {
    public static void main(String[] args) {
        System.out.println("Hello, World!");
    }
}
```

Listing 3.1. Kod w języku Java wyświetlający napis "Hello, World".

C# jest prostym, nowoczesnym i zorientowanym obiektowo językiem programowania, wywodzącym się z języka C. Posiada on szereg funkcjonalności usprawniających proces wytwarzania oprogramowania, takimi jak: odśmiecanie (ang. *garbage collection*), bezpieczeństwo typologiczne (ang. *type safety*) czy obsługa wyjątków (ang. *exception handling*).[13]

```
using System;

public static class Program
{
    public static void Main()
    {
        Console.WriteLine("Hello, World!");
    }
}
```

Listing 3.2. Kod w języku C# wyświetlający napis "Hello, World".

JavaScript jest interpretowanym językiem programowania bez ścisłej kontroli typów posiadającego możliwości języka zorientowanego obiektowo. Syntaktycznie jest podobny do języków C lub C++.[4] Nadzbiorem języka JavaScript jest **TypeScript**, który pozwala na typowanie statyczne.

```
document.write('Hello, world!')
```

Listing 3.3. Kod w języku JavaScript wyświetlający napis "Hello, World".

Ruby jest językiem całkowicie zorientowanym obiektowo, co oznacza że każda wartość jest obiektem. Jest dynamicznym językiem z bogatym zasobem bibliotek. Podobny jest do takich języków jak Lisp, Smalltalk czy Perl.[5]

```
puts 'Hello, World!'
```

Listing 3.4. Kod w języku Ruby wyświetlający napis "Hello, World".

Swift to język programowania ogólnego użytku stworzony przez firmę Apple Inc. Jest zaprojektowany jako następca języków wywodzących się od C (C, C++, Objective-C) o porównywalnej wydajności. Jest to główny język tworzenia aplikacji mobilnych na system iOS.[7]

```
print("Hello, World")
```

Listing 3.5. Kod w języku Swift wyświetlający napis "Hello, World".

Kotlin jest statycznie typowanym, wieloplatformowym i darmowym językiem programowania ogólnego użytku rozwijanym przez JetBrains.[11] Kotlin jest oficjalnie wspierany przez Google jako język tworzenia aplikacji mobilnych na system Android.[10]

```
package hello

fun main() {
    println("Hello World")
}
```

Listing 3.6. Kod w języku Kotlin wyświetlający napis "Hello, World".

3.2. Platformy programistyczne (frameworki)

Spring Framework (rys. 3.1) jest platformą ułatwiającą tworzenie aplikacji z użyciem technologii Java Enterprise Edition. Spring składa się z wielu modułów, u podstawy posiadających rozbudowane mechanizmy konfiguracji i wstrzykiwania zależności (ang. *dependency injection*). Zapewnia wsparcie dla różnych architektur aplikacji.[12] Dzięki możliwości uruchomienia przy pomocy JVM jest technologią wieloplatformową.

.NET (rys. 3.2) jest darmową, otwartoźródłową platformą programistyczną służącą do wytwarzania różnych typów aplikacji. Platforma .NET jest dostępna dla języków C#, F# oraz



Rysunek 3.1. Logo Spring Framework (<https://spring.io/img/spring-by-pivotal.png>)

Visual Basic. Zaletą platformy .NET jest bogaty zasób bibliotek dostępnych dla wszystkich frameworków wchodzących w jej skład:

- **.NET Standard** jest wspólnym dla wszystkich platform .NET zestawem **interfejsów programowania aplikacji** (ang. *application programming interface, API*) i bibliotek. Ułatwia to pracę z różnymi frameworkami .NET poprzez zastosowanie tych samych narzędzi.
- **.NET Core** jest wieloplatformowym frameworkiem używanym do tworzenia stron internetowych, serwerów lub aplikacji konsolowych na systemy Windows, Linux i macOS.
- **.NET Framework** jest implementacją platformy .NET wymagającą do uruchomienia systemu Windows i przystosowaną do niego. Dzięki temu wzbogacona jest o biblioteki specyficzne dla tego systemu, jak na przykład narzędzia pozwalające na dostęp do rejestru systemu Windows.
- **Xamarin Forms** implementuje platformę .NET i pozwala na tworzenie aplikacji mobilnych na systemy Android, iOS oraz Windows Phone współdzielących w dużym stopniu swój kod oraz zachowujących wygląd aplikacji natywnych dla każdego systemu.[3]



Rysunek 3.2. Logo .NET (<https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/images/hub/net.svg>)

ASP .NET i ASP .NET Core to technologie pozwalające na budowę nowoczesnych aplikacji internetowych i usług sieciowych. Bazują one odpowiednio na .NET Framework

i .NET Core, co dyktuje ich dostępność na różnych systemach operacyjnych oraz dostępne biblioteki.



Rysunek 3.3. Logo ASP .NET (<https://secure.gravatar.com/avatar/46c8189d84092927e2a78b63c37e7734>)

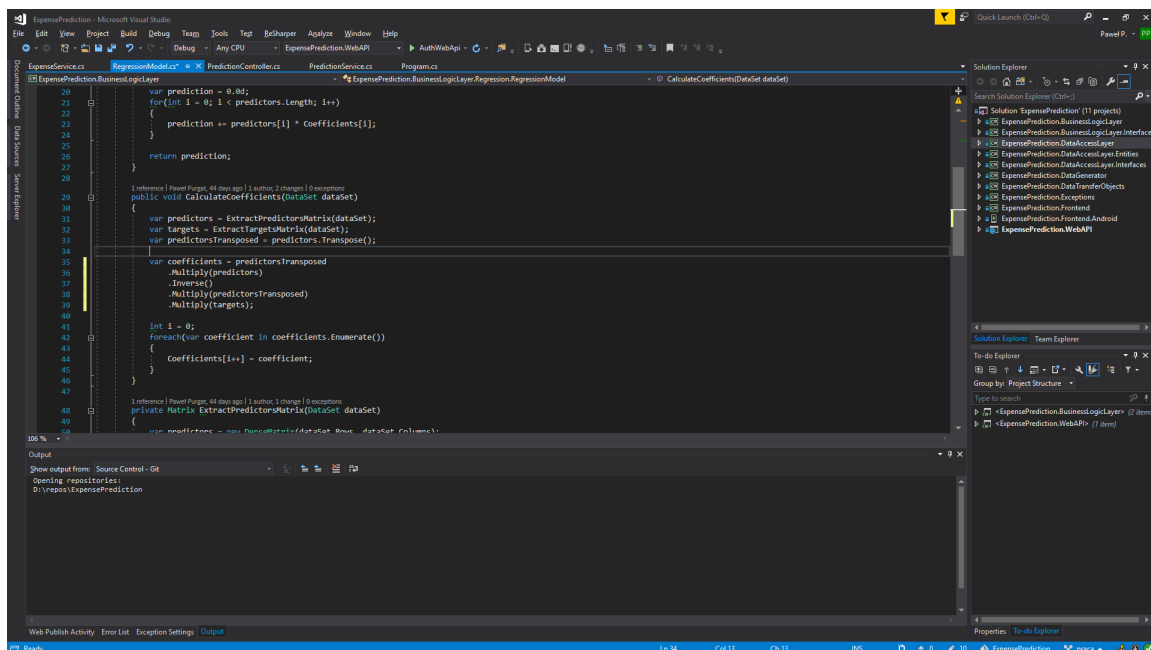
System wykonany na potrzeby niniejszej pracy stworzony został przy użyciu platform ASP .NET Core (backend) oraz Xamarin Forms (frontend). Obie te platformy wykorzystują język C# oraz dysponują zestawem narzędzi zapewnionym przez .NET Standard. Umożliwia to współdzielenie części kodu między tymi dwiema platformami oraz usprawnia proces wytwarzania oprogramowania.

Zastosowanie Xamarin Forms w stworzeniu warstwy interfejsu użytkownika umożliwia łatwe rozszerzenie aplikacji aby możliwe było jej uruchomienie na systemach mobilnych innych niż Android.

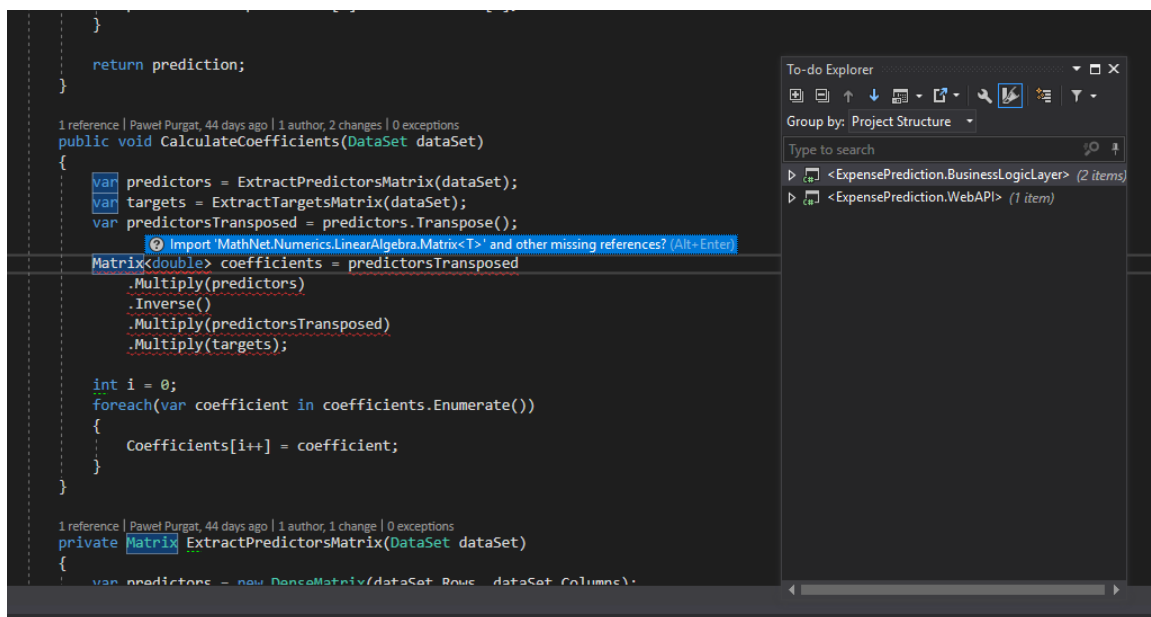
3.3. Narzędzia i wzorce projektowe

Microsoft Visual Studio (rys. 3.4) jest to profesjonalne środowisko programistyczne (ang. *integrated development environment, IDE*) stworzone przez firmę Microsoft Corporation, służące do tworzenia aplikacji desktopowych, mobilnych oraz sieciowych. Dzięki dostępności zaawansowanych narzędzi usprawnia proces programowania.[2]

ReSharper (rys. 3.5) jest narzędziem rozszerzającym środowisko Microsoft Visual Studio autorstwa JetBrains. Usprawnia ono proces wytwarzania oprogramowania poprzez automatyzację wielu procesów związanych z pisanem wysokiej jakości kodu. Zapewnia ciągłą analizę kodu, co ułatwia wykrycie wielu błędów.[?]



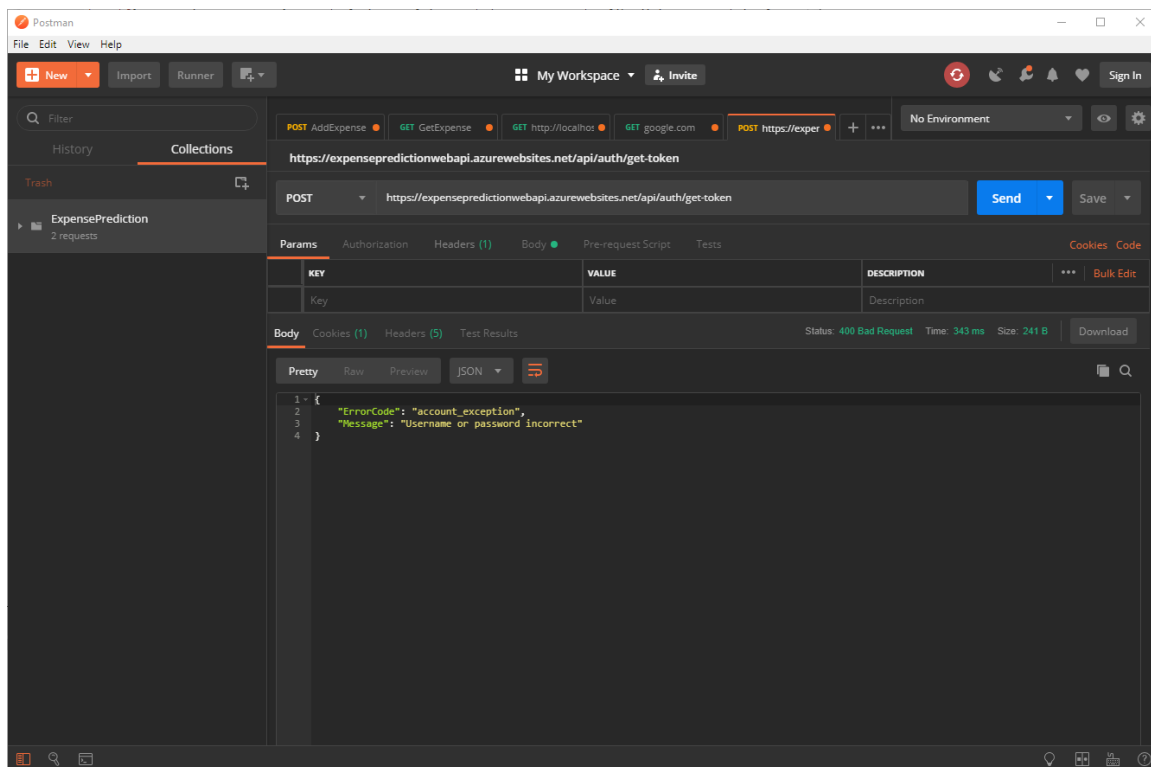
Rysunek 3.4. Interfejs środowiska Microsoft Visual Studio



Rysunek 3.5. Przykładowe funkcjonalności rozszerzenia ReShaper

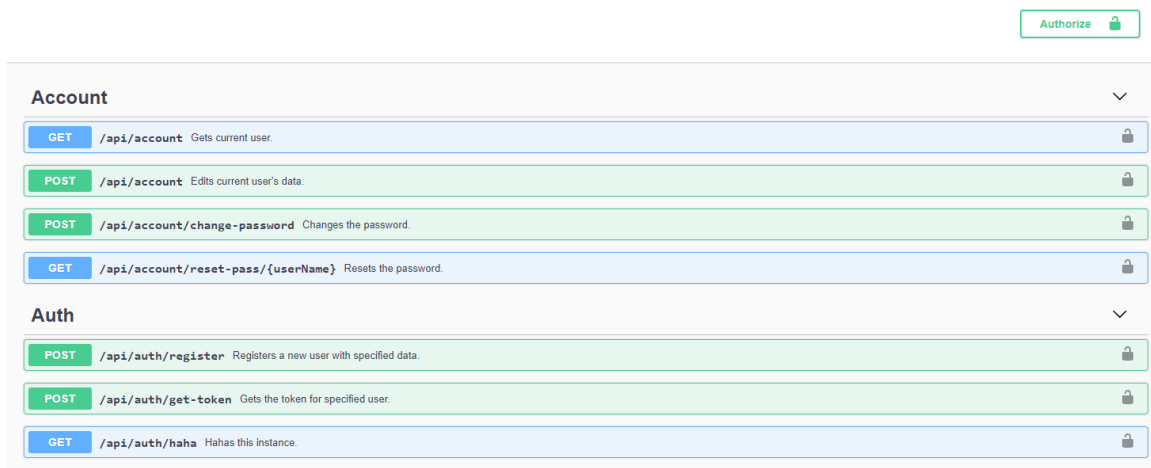
Postman to aplikacja zapewniająca interfejs użytkownika służący do tworzenia i wysyłania zapytań do aplikacji internetowej. Zawiera ona kompleksowe narzędzia umożliwiające przegląd i analizę zapytań HTTP. [?]

Swagger (rys. 3.7) jest narzędziem służącym do automatycznej dokumentacji kodu oraz zapewniającym konfigurowalny graficzny interfejs obrazujący stworzone API. Z poziomu



Rysunek 3.6. Interfejs aplikacji Postman

wygenerowanego interfejsu możliwe jest proste konstruowanie zapytań zgodnych ze stworzoną aplikacją.[?]



Rysunek 3.7. Interfejs wygenerowany przy użyciu narzędzia Swagger

3.4. Biblioteki

4. Dokumentacja techniczna aplikacji do zarządzania budżetem i predykcji wydatków

4.1. Opis założeń projektu aplikacji

4.2. Warstwa modelu danych

4.3. Warstwa logiki biznesowej

4.4. Warstwa interfejsu użytkownika - aplikacja mobilna

5. Dokumentacja użytkownika aplikacji do zarządzania budżetem i predykcji wydatków

5.1. Moduł obsługi kont użytkowników

5.2. Moduł rejestracji wydatków i przychodów

5.3. Moduł predykcji wydatków

6. Podsumowanie

6.1. Wnioski

6.2. Perspektywy rozwoju

Bibliografia

- [1] Martina Bremer. *Math 261A*. SAN JOSÉ STATE UNIVERSITY, 2012. (Cytowanie na stronach 9 i 10.)
- [2] Microsoft Corporation. Visual studio ide, code editor, vsts, app center. <https://visualstudio.microsoft.com/>. [dostęp 30.01.2019]. (Cytowanie na stronie 15.)
- [3] Microsoft Corporation. What is .NET? <https://dotnet.microsoft.com/learn/dotnet/what-is-dotnet>, 2019. [dostęp 27.01.2019]. (Cytowanie na stronie 14.)
- [4] David Flanagan. *Javascript: The Definitive Guide. Fifth Edition*. O'Reilly Media, Inc., 2006. (Cytowanie na stronie 12.)
- [5] David Flanagan and Yukihiro Matsimoto. *The Ruby Programming Language: Everything You Need to Know*. O'Reilly Media, Inc., 2008. (Cytowanie na stronie 13.)
- [6] James Gosling, Bill Joy, Guy Steele, Gilad Bracha, and Alex Buckley. *The Java® Language Specification. Java SE 8 Edition*. Oracle America, Inc, 2015. (Cytowanie na stronie 12.)
- [7] Apple Inc. The Swift programming language. <https://docs.swift.org/swift-book/>, 2018. [dostęp 27.01.2019]. (Cytowanie na stronie 13.)
- [8] Małgorzata Lebień, Agnieszka Weinstok, Ewelina Wolska, and Karolina Zyskowska. Wielowymiarowy model regresji liniowej. <http://www.mif.pg.gda.pl/homepages/kdz/StatystykaII/Rozdzial7b.pdf>, 2014. [dostęp 04.01.2019]. (Cytowanie na stronie 8.)
- [9] Beata Pułaska-Turyna. *Statystyka dla ekonomistów. Wydanie III zmienione*. Difin SA, 2011. (Cytowanie na stronach 8 i 9.)
- [10] Maxim Shafirov. Kotlin on android. Now official. <https://blog.jetbrains.com/kotlin/2017/05/kotlin-on-android-now-official/>, 2017. [dostęp 27.01.2019]. (Cytowanie na stronie 13.)
- [11] JetBrains s.r.o. Kotlin reference. <https://kotlinlang.org/docs/reference/faq.html>, 2018. [dostęp 27.01.2019]. (Cytowanie na stronie 13.)
- [12] Rossen Stoyanchev. Spring framework overview. <https://docs.spring.io/spring-framework/docs/current/spring-framework-reference/overview.html>, 2019. [dostęp 27.01.2019]. (Cytowanie na stronie 13.)

- [13] Bill Wagner, Maira Wenzel, Luke Latham, and Petr Onderka. A tour of C# - C# guide. <https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/csharp/tour-of-csharp/index>, 2016. [dostęp 15.01.2019]. (Cytowanie na stronie 12.)

Spis rysunków

2.1.	Interfejs aplikacji Kontomierz	6
2.2.	Interfejs aplikacji YNAB	7
2.3.	Interfejs aplikacji Spendee	7
3.1.	Logo Spring Framework (https://spring.io/img/spring-by-pivotal.png)	14
3.2.	Logo .NET (https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/images/hub/net.svg)	14
3.3.	Logo ASP .NET (https://secure.gravatar.com/avatar/46c8189d84092927e2a78b63c37e7734)	15
3.4.	Interfejs środowiska Microsoft Visual Studio	16
3.5.	Przykładowe funkcjonalności rozszerzenia ReSharper	16
3.6.	Interfejs aplikacji Postman	17
3.7.	Interfejs wygenerowany przy użyciu narzędzia Swagger	17

Spis tabel

Spis listingów

3.1	Kod w języku Java wyświetlający napis "Hello, World".	12
3.2	Kod w języku C# wyświetlający napis "Hello, World".	12
3.3	Kod w języku JavaScript wyświetlający napis "Hello, World".	12
3.4	Kod w języku Ruby wyświetlający napis "Hello, World".	13
3.5	Kod w języku Swift wyświetlający napis "Hello, World".	13
3.6	Kod w języku Kotlin wyświetlający napis "Hello, World".	13