

**POLITECHNIKA WROCŁAWSKA**  
**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI**

---

KIERUNEK: INFORMATYKA (INF)

SPECJALNOŚĆ: SYSTEMY INFORMATYKI W MEDYCYNIE (IMT)

**PRACA DYPLOMOWA**  
**INŻYNIERSKA**

Webowy system komputerowy do wspomagania  
zarządzania przychodnią kardiologiczną z modu-  
łem diagnostycznym.

A computer system to support the management of  
a cardiology clinic with a diagnostic module.

AUTOR:

Wojciech Gąsiewicz

PROWADZĄCY PRACĘ:

Prof. dr hab. inż. Marek Kurzyński

OCENA PRACY:

---

WROCŁAW, 2019

# Spis treści

1.	Wstęp.....	4
1.1.	Cel i zakres pracy .....	4
1.2.	Wymagania funkcjonalne .....	5
2.	Wykorzystane narzędzia oraz technologie .....	10
2.1.	Narzędzia .....	10
2.1.1.	Visual Studio 2017 .....	10
2.1.2.	Visual Studio Code.....	10
2.1.3.	Microsoft Word .....	10
2.1.4.	Microsoft SQL Server .....	10
2.2.	Technologie .....	11
2.2.1.	ASP NET CORE 2.1 .....	11
2.2.2.	Entity Framework Core.....	11
2.2.3.	Python Keras .....	11
2.2.4.	C# .....	12
2.2.5.	Technologie frontendowe.....	12
3.	Interfejs aplikacji.....	13
3.1.	Strona główna .....	13
3.2.	Strona o nas .....	14
3.3.	Cennik.....	15
3.4.	Menu użytkownika .....	16
3.5.	Moduł diagnostyczny .....	17
4.	Funkcjonalności systemu .....	22
4.1.	Rejestracja nowych użytkowników .....	22
4.2.	Logowanie do systemu .....	23
4.3.	Raporty .....	23

4.4.	Wizyty u lekarzy.....	25
4.5.	Zarządzanie wizytami .....	26
4.6.	Dokumenty do pobrania .....	30
4.7.	Formularz kontaktowy.....	31
4.8.	Reset hasła.....	32
4.9.	Zmiana hasła.....	35
4.10.	Kalendarz wizyt.....	35
4.11.	Zarządzanie użytkownikami .....	37
4.12.	Moduł diagnostyczny .....	39
4.12.1.	Kompilacja modelu.....	46
4.12.2.	Trening modelu.....	47
4.12.3.	Klasyfikacja konkretnego przypadku .....	47
4.12.4.	Badania skuteczności diagnozy .....	47
5.	Baza danych .....	52
5.1.	Schemat bazy danych .....	53
6.	Podsumowanie i wnioski.....	54
	Spis rysunków .....	55
	Spis tabel .....	56
	Spis wykresów.....	56
	Spis listingów .....	56
	Skróty .....	57
	Literatura .....	58

# 1. Wstęp

Zadaniem stworzonego systemu jest wspomaganie procesu zarządzania kliniką kardiologiczną. Za sprawą powszechności internetu w dzisiejszych czasach stworzenie systemu w formie aplikacji webowej było dogodnym rozwiązaniem dla potencjanych klientów kliniki. Dzięki wykorzystanym podczas implementacji technologiom aplikacja będzie dostępna zarówno z urządzeń mobilnych jak i stacjonarnych. W formie dodatku zaimplementowany został moduł diagnostyczny rozpoznający przyczynę bólu w klatce piersiowej, dostępny dla pacjentów kliniki. Za jego pomocą pacjenci są w stanie samodzielnie zdiagnozować prawdopodobne pochodzenie bólu, który im doskwiera.

Po wejściu na stronę systemu każdy użytkownik, który posiada już konto może się na nie zalogować. Osoby nie posiadające konta mogą założyć nowe.

Wyróżnić możemy cztery role użytkowników:

1. Pacjent
2. Lekarz
3. Recepjonista
4. Administrator

Każda z dostępnych w systemie ról posiada własne uprawnienia, które pozwalają właścielowi konta na wykonanie określonych czynności odpowiadających jego kompetencjom zawodowym. Przy zakładaniu nowego konta automatycznie otrzymujemy rolę użytkownika. Może ona zostać zmieniona w każdym momencie na dowolną inną rolę przez administratora systemu.

## 1.1. Cel i zakres pracy

Celem tej pracy inżynierskiej jest zaprojektowanie oraz zaimplementowanie systemu do wspomagania procesu zarządzania kliniką kardiologiczną wraz z modułem diagnostycznym służącym do diagnozy bólu w klatce piersiowej. Pierwszym etapem było zaprojektowanie oraz zaimplementowanie aplikacji webowej do obsługi kliniki kardiologicznej. Została w tym celu wykorzystana technologia Microsoft .NET Core 2.1[1] oraz baza danych Microsoft SQL utworzona i utrzymywana w technologii „Code First”[2]. Do zrealizowania modułu diagnostycznego zaimplementowana została sieć neuronowa z wykorzystaniem bibliotek Keras oraz

TensorFlow w języku Python. Wszystkie wykorzystane technologie i narzędzia programistyczne zostaną dokładniej opisane w kolejnym punkcie.

## 1.2. Wymagania funkcjonalne

Po dokładnej analizie problemu z pracownikami z branży zostały wypracowane poniższe wymagania funkcjonalne konieczne do realizacji aby system działał zgodnie z początkowymi założeniami. Zostały one podzielone na priorytety: wysoki, normalny i niski w zależności od ich roli w funkcjonowaniu systemu.

- **Obsługa użytkownika:**

#: 1.1                   **Priorytet:** Wysoki

**1.1.1 Opis:** System powinien pozwalać na stworzenie konta w serwisie.

**1.1.2 Identyfikacja:** Personalne konta pozwolą obsługiwac konkretnych użytkowników aplikacji.

**1.1.3 Kryterium spełnienia:** Główna strona portalu powinna posiadać widoczną sekcję, w której użytkownik może stworzyć własne konto.

#: 1.2                   **Priorytet:** Wysoki

**1.2.1 Opis:** System powinien pozwalać na logowanie się do serwisu.

**1.2.2 Identyfikacja:** Personalne konto pozwala użytkownikowi na dostęp do aplikacji.

**1.2.3 Kryterium spełnienia:** Główna strona portalu powinna posiadać widoczną sekcję, w której użytkownik może zalogować się na własne konto. Osoby nie zalogowane nie mogą w pełni użytkować aplikacji.

#: 1.3                   **Priorytet:** Wysoki

**1.3.1 Opis:** System powinien pozwalać na użytkowanie modułu diagnostycznego zalogowanym użytkownikom.

**1.3.2 Identyfikacja:** Personalne konto pozwala użytkownikowi na dostęp do modułu diagnostycznego.

**1.3.3 Kryterium spełnienia:** Zalogowany użytkownik może skorzystać z modułu diagnostycznego.

#: 1.4                   **Priorytet:** Wysoki

**1.4.1 Opis:** System powinien pozwalać na umówienie wizyty u lekarza.

**1.4.2 Identyfikacja:** Użytkownik ma możliwość umówienia wizyty u wybranego przez siebie lekarza.

**1.4.3 Kryterium spełnienia:** Aplikacja pozwala użytkownikowi na umówienie wizyty u wybranego przez niego lekarza.

#: 1.5                   **Priorytet:** Wysoki

**1.5.1 Opis:** Administrator systemu może edytować role użytkowników.

**1.5.2 Identyfikacja:** Administrator ma możliwość zmiany roli wybranego użytkownika.

**1.5.3 Kryterium spełnienia:** Aplikacja pozwala administratorowi na zmianę roli wybranego użytkownika.

#: 1.6                   **Priorytet:** Wysoki

**1.6.1 Opis:** System powinien pozwalać każdemu użytkownikowi na edycję swoich danych w systemie.

**1.6.2 Identyfikacja:** Użytkownik ma możliwość edycji swoich danych w systemie.

**1.6.3 Kryterium spełnienia:** Aplikacja pozwala użytkownikowi na edycję swoich danych w systemie

edycję swoich danych w systemie.

#: 1.7                   **Priorytet:** Wysoki

**1.7.1 Opis:** System powinien pozwalać lekarzom na dostęp do historycznych danych z wizyt swoich pacjentów.

**1.7.2 Identyfikacja:** Lekarz ma możliwość dostępu do danych z wizyt swoich pacjentów, które miały miejsce w przeszłości.

**1.7.3 Kryterium spełnienia:** Aplikacja pozwala lekarzowi na dostęp do danych z wizyt swoich pacjentów, które miały miejsce w przeszłości.

#: 1.8                   **Priorytet:** Wysoki

**1.8.1 Opis:** System powinien pozwalać użytkownikowi na usunięcie swojego konta z systemu.

**1.8.2 Identyfikacja:** Użytkownik ma możliwość usunięcia swojego konta z systemu.

**1.8.3 Kryterium spełnienia:** Aplikacja pozwala użytkownikowi na usunięcie swojego konta z systemu.

#: 1.9                   **Priorytet:** Średni

**1.9.1 Opis:** System powinien pozwalać administratorowi na utworzenie nowego konta użytkownika.

**1.9.2 Identyfikacja:** Administrator ma możliwość stworzenia nowego konta użytkownika w systemie.

**1.9.3 Kryterium spełnienia:** Aplikacja pozwala administratorowi na stworzenie nowego konta użytkownika w systemie.

#: 1.10                  **Priorytet:** Niski

**1.10.1 Opis:** System powinien pozwalać użytkownikowi na pobranie swoich danych z systemu.

**1.10.2 Identyfikacja:** Użytkownik ma możliwość pobrania swoich danych z systemu.

**1.10.3 Kryterium spełnienia:** Aplikacja pozwala użytkownikowi na pobranie swoich danych z systemu.

#: 1.10                  **Priorytet:** Niski

**1.10.1 Opis:** Administrator systemu ma możliwość generowania raportów dotyczących wyników finansowych kliniki.

**1.10.2 Identyfikacja:** Administrator ma możliwość użytkowania sekcji raportów w systemie.

**1.10.3 Kryterium spełnienia:** Aplikacja pozwala administratorowi generowanie raportów z wyników finansowych kliniki w wybranym przez niego okresie.

- **Moduł diagnostyczny**

#: 1.1                  **Priorytet:** Wysoki

**1.1.1 Opis:** Moduł diagnostyczny powinien przewidywać jedną z pięciu chorób oraz prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku.

**1.1.2 Identyfikacja:** Wypełnienie ankiety modułu diagnostycznego i rozpoczęcia podejmowania diagnozy skutkuje zwróceniem choroby oraz prawdopodobieństwa.

**1.1.3 Kryterium spełnienia:** Strona modułu diagnostycznego powinna zawierać ankietę przystosowaną do wytrenowanego modelu, po której wypełnieniu użytkownik aplikacji otrzyma diagnozę oraz jej prawdopodobieństwo.

- **Obsługa wizyt**

#: 1.1                  **Priorytet:** Średni

**1.1.1 Opis:** System powinien pozwalać użytkownikowi na przeglądanie swoich wizyt w formie kalendarza.

**1.1.2 Identyfikacja:** Użytkownik ma możliwość przeglądania swoich wizyt w systemie w formie kalendarza.

**1.1.3 Kryterium spełnienia:** Aplikacja pozwala użytkownikowi na przeglądanie swoich wizyt w systemie w formie kalendarza.

- **Opcje dodatkowe**

#: 1.1                  **Priorytet:** Średni

**1.1.1 Opis:** System powinien pozwalać na kontakt z kliniką kardiologiczną poprzez formularz kontaktowy.

**1.1.2 Identyfikacja:** Osoby odwiedzające stronę kliniki mają możliwość kontaktu z nią poprzez formularz kontaktowy.

**1.1.3 Kryterium spełnienia:** Główna strona portalu powinna posiadać widoczną sekcję, w której użytkownik może zalogować się na własne konto. Osoby nie zalogowane nie mogą w pełni użytkować aplikacji.

#: 1.2                   **Priorytet:** Średni

**1.2.1 Opis:** System powinien pozwalać administratorowi systemu na zarządzanie modułem diagnostycznym.

**1.2.2 Identyfikacja:** Administrator ma możliwość zarządzania modułem diagnostycznym wykorzystywanym w systemie.

**1.2.3 Kryterium spełnienia:** Aplikacja pozwala administratorowi na zarządzanie modułem diagnostycznym poprzez jego trenowanie oraz podgląd na jego aktualne parametry.

#: 1.3                   **Priorytet:** Niski

**1.3.1 Opis:** Każdy zalogowany użytkownik ma dostęp do materiałów do pobrania.

**1.3.2 Identyfikacja:** Użytkownik ma możliwość pobrania materiałów informacyjnych w formacie .pdf z systemu.

**1.3.3 Kryterium spełnienia:** Aplikacja pozwala użytkownikowi na pobranie oraz pogląd materiałów informacyjnych w formacie .pdf z systemu.

#: 1.4                   **Priorytet:** Niski

**1.4.1 Opis:** System powinien upublicznić ceny jakie obowiązują w klinice w formie cennika.

**1.4.2 Identyfikacja:** Każda osoba odwiedzająca stronę kliniki ma dostęp do jej cennika.

**1.4.3 Kryterium spełnienia:** Użytkownik odwiedzający stronę kliniki może sprawdzić obowiązujące ceny w cenniku.

## **2. Wykorzystane narzędzia oraz technologie**

### **2.1. Narzędzia**

Poniżej znajduje się lista narzędzi programistycznych, które zostały wykorzystane podczas implementacji tej pracy inżynierskiej.

- Visual Studio 2017
- Visual Studio Code
- Microsoft Word
- Microsoft SQL Server

#### **2.1.1. Visual Studio 2017**

Visual Studio[14] to środowisko programistyczne firmy Microsoft umożliwiające wytwarzanie oprogramowania konsolowego oraz z interfejsem użytkownika. Posiada zintegrowany debugger działający zarówno na poziomie kodu jak i maszyny. Funkcjonalności tego środowiska można rozszerzać za pomocą dodatków. Do implementacji została wykorzystana wersja 2017, obecnie najnowszą wersją stabilną jest wersja 2019.

#### **2.1.2. Visual Studio Code**

Visual Studio Code[15] jest darmowym narzędziem programistycznym oferowanym przez firmę Microsoft. Służy do edycji kodów źródłowych z kolorowaniem składni dla wielu języków. Podczas implementacji został wykorzystany do napisania skryptów tworzących i obsługujących sieć neuronową odpowiadającą za moduł diagnostyczny aplikacji.

#### **2.1.3. Microsoft Word**

Microsoft Word[16] edytor dokumentów tekstowych firmy Microsoft. Po raz pierwszy został wydany 25.10.1983r. Został wykorzystany do napisania dokumentacji projektu.

#### **2.1.4. Microsoft SQL Server**

Microsoft SQL Server[17] jest systemem do zarządzania bazą danych tworzonym przez firmę Microsoft. Jego pierwsze wydanie miało miejsce 24.04.1989r.

## 2.2. Technologie

W celu utworzenia nowoczesnej oraz w pełni responsywnej aplikacji zostały wykorzystane technologie wspomagające efektywność oraz niezawodność aplikacji. Pełna lista technologii wykorzystanych podczas implementacji znajduje się poniżej.

- ASP NET CORE 2.1
- Entity Framework
- Python
- Keras
- C#
- HTML
- CSS
- BOOTSTRAP

### 2.2.1. ASP NET CORE 2.1

ASP NET CORE[18] to zbiór narzędzi oraz bibliotek (framework) tworzony przez firmę Microsoft. Umożliwia tworzenie wydajnych aplikacji internetowych. Jest to technologia wieloplatformowa dzięki czemu rozwiązania zaimplementowane z jej wykorzystaniem będą w pełni funkcjonalne nie tylko w systemach Windows ale również Linux oraz macOS.

### 2.2.2. Entity Framework Core

Entity Framework Core[19] jest systemem ORM, który pozwala na mapowanie obiektów zaimplementowanych przy użyciu języka C# na relacyjny model bazy danych. Pracując z EF Core możemy wykorzystać jedno z trzech podejść do tworzenia oprogramowania:

- **DB First** – polega na stworzeniu modelu bazy danych a następnie wykorzystania go do wygenerowania odpowiednich klas modeli w projekcie.
- **Code First** – polega na tworzeniu modeli w kodzie aplikacji a następnie wygenerowaniu na ich podstawie odpowiedniej bazy danych.
- **Model First** – do implementacji bazy danych wykorzystujemy wizualne narzędzie do projektowania, w którym możemy modelować bazę danych.

### 2.2.3. Python Keras

Python[20] jest językiem wysokiego poziomu, który jest rozwijany jako projekt open source. Pierwszy raz pojawił się na rynku na początku lat 90. Istnieją różne odmiany pythona:

CPython (napisany w języku C), JPython (napisany w javie) oraz IronPython (na platformę .NET). Aktualna wersja Pythona to 3.8.0 – 14.10.2019. W tej pracy inżynierskiej została przeze mnie wykorzystana wersja 3.7.3.

Keras[21] jest biblioteką do języka Python dostarczającą wiele przydatnych rozwiązań w implementacji sieci neuronowych. Wspiera zarówno sieci splotowe jak i rekursywne. Może pracować wykorzystując CPU lub GPU komputera.

#### **2.2.4. C#**

C#[22] jest obiektowym językiem programowania skonstruowanym w latach 1998 – 2001 dla firmy Microsoft. Wykorzystywany jest w technologiach Microsoftu takich jak ASP NET CORE. Jedną z jego zalet jest automatyczne odśmiecanie pamięci obsługiwane przez środowisko uruchomieniowe.

#### **2.2.5. Technologie frontendowe**

Do implementacji warstwy użytkownika systemu zostały wykorzystane poniższe technologie:

- HTML
- CSS
- BOOTSTRAP

Pozwalają one tworzyć responsywne i atrakcyjne wizualnie widoki dla użytkowników systemu kliniki kardiologicznej.

# 3. Interfejs aplikacji

## 3.1. Strona główna

Strona główna jest pierwszą stroną, która ukazuje się użytkownikowi po uruchomieniu systemu w swojej przeglądarce internetowej. Znajdują się tam podstawowe informacje, które mogą być atrakcyjne dla potencjalnego klienta kliniki takie jak jej lokalizacja, pracownicy oraz wykorzystywany w klinice sprzęt. Dodatkowo na stronie zamieszczone są odnośniki do stron zawierających najnowsze informacje z dziedziny kardiologii w Polsce i na świecie. Dostępny jest również panel z odnośnikami do kont kliniki w mediach społecznościowych.



Rysunek 1. Strona główna - slider

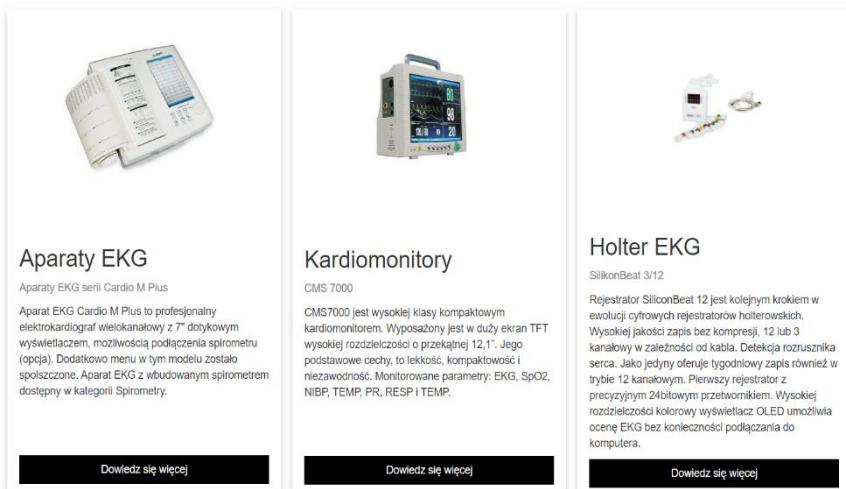
### Nasz zespół

A section titled "Nasz zespół" showing three staff members. Each member has a portrait, name, title, specialization, email, and a "Informacje szczegółowe" button.

 <b>Jane Doe</b> Kardiolog Specjalistka USG. <a href="mailto:jane.doe@klinika.com">jane.doe@klinika.com</a> <a href="#">Informacje szczegółowe</a>	 <b>Mike Ross</b> Kardiolog Specjalista EKG. <a href="mailto:mike.ross@klinika.com">mike.ross@klinika.com</a> <a href="#">Informacje szczegółowe</a>	 <b>John Doe</b> Kardiolog Kardiolog z wieloletnim stażem znany i ceniony na świecie. <a href="mailto:john.doe@klinika.com">john.doe@klinika.com</a> <a href="#">Informacje szczegółowe</a>
--	--	--

Rysunek 2. Strona główna - pracownicy

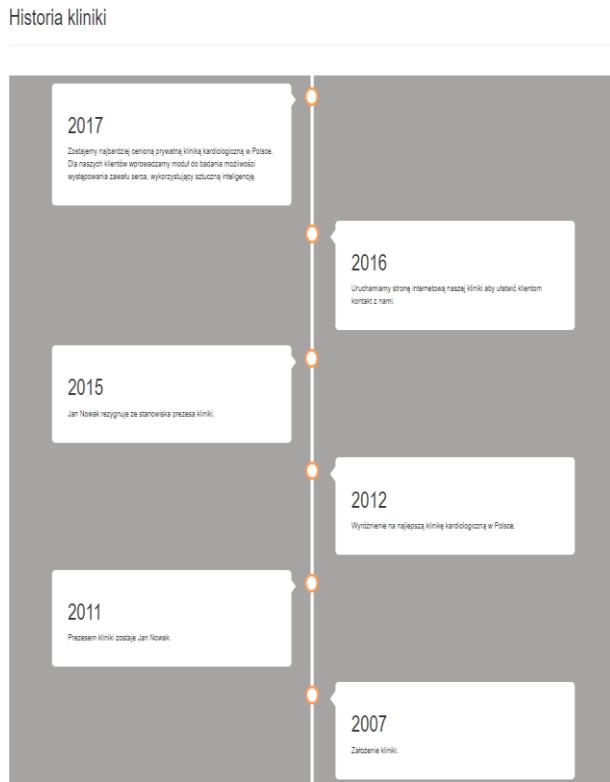
## Nasz sprzęt



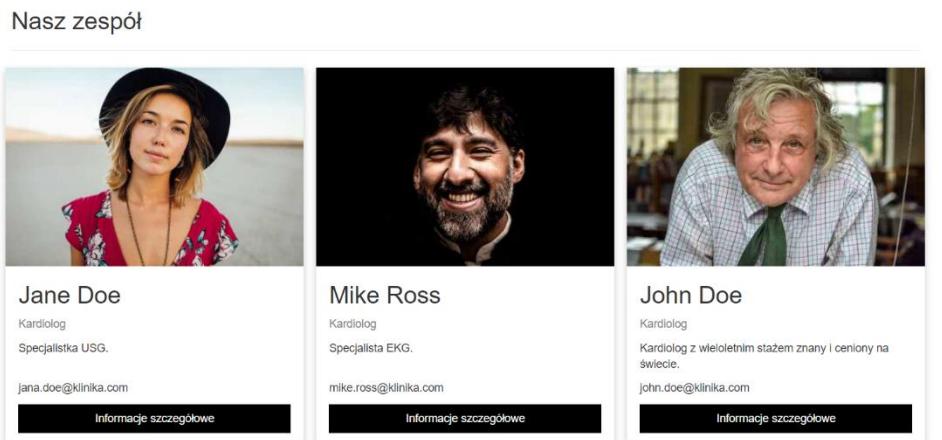
Rysunek 3. Strona główna - sprzęt

## 3.2. Strona o nas

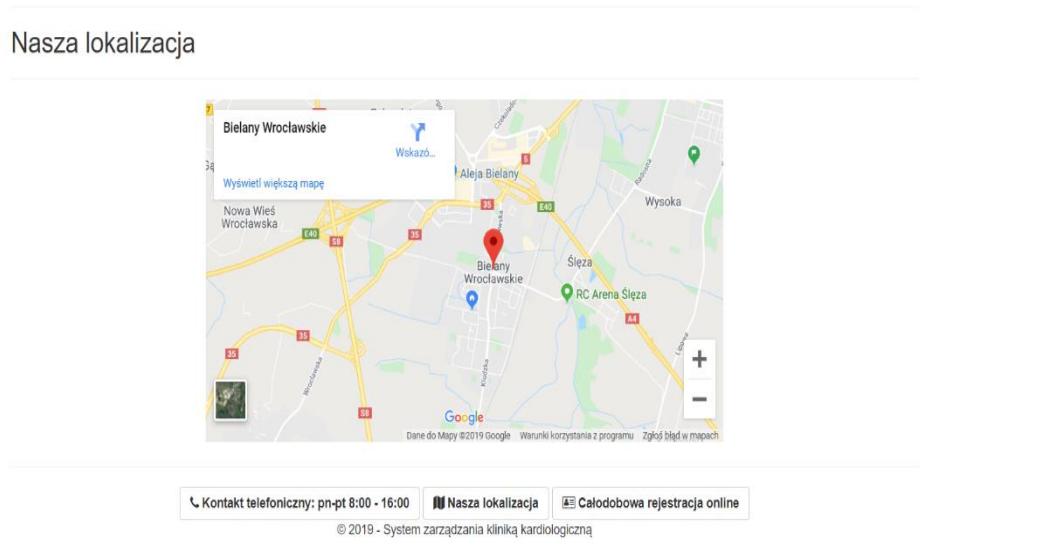
Strona zawiera podstawowe informacje na temat kliniki. Użytkownik może poznać tam historię kliniki, jej lokalizację oraz pracowników.



Rysunek 4. Strona o nas - historia kliniki



Rysunek 5. Strona o nas - zespół



Rysunek 6. Strona o nas - lokalizacja

Lokalizacja na mapie została wygenerowana dzięki wykorzystaniu narzędzia google maps. Operacja ta jest możliwa do przeprowadzona na stronie[3].

### 3.3. Cennik

Zawiera informacje w formie tabeli o usługach jakie świadczy klinika kardiologiczna oraz ich cenach. Każda z pozycji cennika zawiera specjalistyczną nazwę świadczonej usługi. Po ustawnieniu wskaźnika myszy na wybranym elemencie wyświetlany jest komentarz ze szczegółowym opisem.

## Cennik

Cennik usług dostępnych w przychodni.

Usluga	Cena
Konsultacja kardiologiczna	130,00 zł
Konsultacja kardiologiczna + EKG	150,00 zł
EKG z opisem	35,00 zł
Holter EKG	130,00 zł
Holter EKG 12 odprowadzeniowy	160,00 zł
Holter RR	100,00 zł
Test wysiłkowy	140,00 zł
USG (ECHO serca)	150,00 zł
USG (ECHO serca) przezprzelykowe	400,00 zł
Kontrola stymulatora	120,00 zł
Kontrola stymulatora z EKG	140,00 zł
Kontrola kardiowertera	120,00 zł
Kontrola kardiowertera z EKG	140,00 zł
Porada recepturowa	30,00 zł

Kontakt telefoniczny: pn-pt 8:00 - 16:00 Nasza lokalizacja Całodobowa rejestracja online

Rysunek 7. Cennik

## 3.4. Menu użytkownika

Elementem systemu umożliwiającym użytkownikom poruszanie się po wszystkich udostępnionych dla nich funkcjonalnościach jest menu użytkownika. Na zrzucie ekranu załączonym poniżej możemy zobaczyć jak prezentuje się ono dla administratorów systemu. Dokładny opis poszczególnych opcji znajduje się w dalszej części pracy.

## Zarządzaj swoim kontem

**Profil**

[Dane osobowe](#)

[Hasło](#)

[Kalendarz moich wizyt](#)

[Zarządzaj użytkownikami](#)

[Raporty](#)

[Zarządzanie modelem diagnostycznym](#)

[Zarządzaj wizytami](#)

[Umów wizytę](#)

[Do pobrania](#)

**Profil**

**Nazwa użytkownika**

**Email**   
[Wyslij email weryfikacyjny](#)

**Numer telefonu**

**Zapisz**

Kontakt telefoniczny: pn-pt 8:00 - 16:00    Nasza lokalizacja    Całodobowa rejestracja online

© 2019 - System zarządzania kliniką kardiologiczną

Rysunek 8. Menu użytkownika

## 3.5. Moduł diagnostyczny

Strona zawierająca moduł diagnostyczny dostępna jest dla zalogowanych użytkowników poprzez główne menu systemu znajdujące się w nagłówku strony. Składa się ona z ankiety zbierającej dane potrzebne do przeprowadzenia diagnozy od użytkownika. Ankieta została podzielona na siedem rozdziałów:

## 1. Informacje podstawowe

System zarządzania kliniką kardiologiczną Cennik O nas Kontakt Moduł wykrywający zawał serca Witaj gasiewicz.wojciech@gmail.com Wyloguj

Moduł wykrywający zawał serca.

Przychodnia oferuje pomoc lekarską w zakresie kardiologicznym.

Wypełnij formularz abyśmy mogli zbadać Twoje dane modułem diagnostycznym.

Informacje podstawowe:

Wiek

Płeć Mężczyzna ▾

Lokalizacja bólu Mostek

Promieniowanie bólu klatki piersiowej Szyja

Charakterystyka bólu Stany

Początek bólu Podczas wysiłku

Liczba godzin od nadejścia bólu

Czas trwania ostatniego bólu Mniej niż 5 minut

Zbadaj

Pierwsza Poprzednia 1 2 3 4 5 Następna Ostatnia

Rysunek 9. Moduł diagnostyczny - informacje podstawowe

## 2. Objawy współwystępujące

Objawy współwystępujące:

Mdłości Tak ▾

Diaforeza Tak ▾

Palpitacje Tak ▾

Dusznosci Tak ▾

Zawroty głowy Tak ▾

Bekanie Tak ▾

Czynniki łagodzące Brak

Zbadaj

Pierwsza Poprzednia 1 2 3 4 5 Następna Ostatnia

Rysunek 10. Moduł diagnostyczny - objawy współwystępujące

### 3. Występowanie podobnych bóli w przeszłości

Występowanie podobnych bóli w przeszłości:

Występowanie podobnych bóli w przeszłości  Tak ▾

Konsultacja z lekarzem z powodu poprzednich bóli  Tak ▾

Wcześniejšzy ból związany z sercem  Tak ▾

Wcześniejšzy ból związany z zawalem serca  Tak ▾

Wcześniejšzy ból związany z chorobą niedokrwienią serca  Tak ▾

Rysunek 11. Moduł diagnostyczny - występowanie podobnych bóli w przeszłości

### 4. Historia choroby

Historia choroby:

Zawał serca  Tak ▾

Choroba niedokrwieniąca serca  Tak ▾

Nietypowy ból w klatce piersiowej  Tak ▾

Niewydolność serca  Tak ▾

Choroby naczyń obwodowych  Tak ▾

Przepuklina rozworu przelykowego  Tak ▾

Nadciśnienie  Tak ▾

Cukrzyca  Tak ▾

Palacz  Tak ▾

Rysunek 12. Moduł diagnostyczny - historia choroby

## 5. Aktualnie stosowane leki

Aktualnie stosowane leki:

Leki moczopędne

Azotany

Beta bloker

Naparstnica

Niesterydowy przeciwzapalny

Związek zubożniający kwasy

Pierwsza Poprzednia 3 4 5 6 7 Następna Ostatnia

Rysunek 13. Moduł diagnostyczny - aktualnie stosowane leki

## 6. Badania lekarskie

Badania lekarskie:

Skurczowe ciśnienie krwi

Rozkurczowe ciśnienie krwi

Tętno

Częstotliwość oddechów na minutę

Rzęźenie

Sinica

Bladość

Szmer sercowy skurczowy

Szmer sercowy rozkurczowy

Obrzęk

S3Gallop

S4Gallop

Wrażliwość klatki piersiowej

Diaforeza

Pierwsza Poprzednia 3 4 5 6 7 Następna Ostatnia

Rysunek 14. Moduł diagnostyczny - badania lekarskie

## 7. Badania EKG

Badania EKG:

Nowy załamek Q

Załamek Q

Nowy wzrost odcinka ST

Wzrost odcinka ST

Nowy spadek odcinka ST

Spadek odcinka ST

Nowa inwersja załamka T

Inwersja załamka T

Nowy błąd przewodnictwa międzykomorowego

Błąd przewodnictwa międzykomorowego

[Pierwsza](#) [Poprzednia](#) [3](#) [4](#) [5](#) [6](#) **7** [Następna](#) [Ostatnia](#)

Rysunek 15. Moduł diagnostyczny - badania EKG

Po wypełnieniu ankiety i naciśnięciu przycisku „Zbadaj” zostaje uruchomiona w celu zbadań wprowadzonych danych zaimplementowana w systemie sieć neuronowa.

# 4. Funkcjonalności systemu

## 4.1. Rejestracja nowych użytkowników

Każda osoba odwiedzająca stronę systemu może założyć własne konto użytkownika. Konieczne jest w tym celu podanie adresu email oraz hasła zgodnego z polityką haseł. Wymagania co do hasła to:

- Co najmniej 6 znaków.
- Co najmniej jedna litera duża oraz chociaż jeden znak niealfanumeryczny.

Walidacji zostaje poddawany również adres email. Musi być on poprawnym adresem email oraz nie może istnieć już w bazie danych systemu. Jeżeli wymagania co do hasła oraz adresu email są spełnione tak zarejestrowane konto uprawnia do korzystania z systemu z rolą użytkownika.

The screenshot shows a registration form titled "Rejestracja" (Registration). The page header includes the system name "System zarządzania kliniką kardiologiczną", links for "Cennik", "O nas", and "Kontakt", and buttons for "Rejestracja" and "Zaloguj". The registration form consists of three input fields: "Email", "Hasło" (Password), and "Potwierdź hasło" (Confirm Password). Below the form is a "Zarejestruj" (Register) button. At the bottom, there are links for "Kontakt telefoniczny: pn-pt 8:00 - 16:00", "Nasza lokalizacja", and "Całodobowa rejestracja online". A copyright notice at the very bottom reads "© 2019 - System zarządzania kliniką kardiologiczną".

Rysunek 16. Rejestracja w systemie

## 4.2. Logowanie do systemu

Osoby posiadające już konta w systemie po odwiedzeniu jego strony mogą się na nie zalogować przy użyciu adresu email oraz hasła. W systemie została zaimplementowana opcja zapamiętująca dane dzięki której przy kolejnym odwiedzeniu strony logowanie odbędzie się automatycznie.

The screenshot shows the login interface of a medical clinic management system. At the top, there is a navigation bar with links: 'System zarządzania kliniką kardiologiczną', 'Cennik', 'O nas', 'Kontakt', 'Rejestracja', and 'Zaloguj'. Below the navigation bar, the title 'Logowanie' is displayed. A message encourages users to log in using their account details. On the left, there are input fields for 'Email' (containing 'gasiewicz.wojciech@gmail.com') and 'Password' (containing '\*\*\*\*\*'). There is also a checked checkbox for 'Zapamiętaj dane' and a 'Zaloguj' button. On the right, there is a weather forecast for Wrocław showing temperatures and conditions for the next week, with a main temperature of 20°C and a note about humidity. At the bottom, there are links for 'Kontakt telefoniczny: pn-pt 8:00 - 16:00', 'Nasza lokalizacja', 'Calodobowa rejestracja online', and a copyright notice: '© 2019 - System zarządzania kliniką kardiologiczną'.

Rysunek 17. Logowanie do systemu

## 4.3. Raporty

System został wyposażony w możliwość generowania raportów dotyczących zarobków kliniki. Funkcjonalność ta dostępna jest dla użytkowników posiadających przypisaną rolę administratora w systemie.

## Raporty

Od  Do

Przychody z tytułu wizyt za wybrany okres: **1163 zł**

Ilość odbytych wizyt w wybranym okresie: **4**

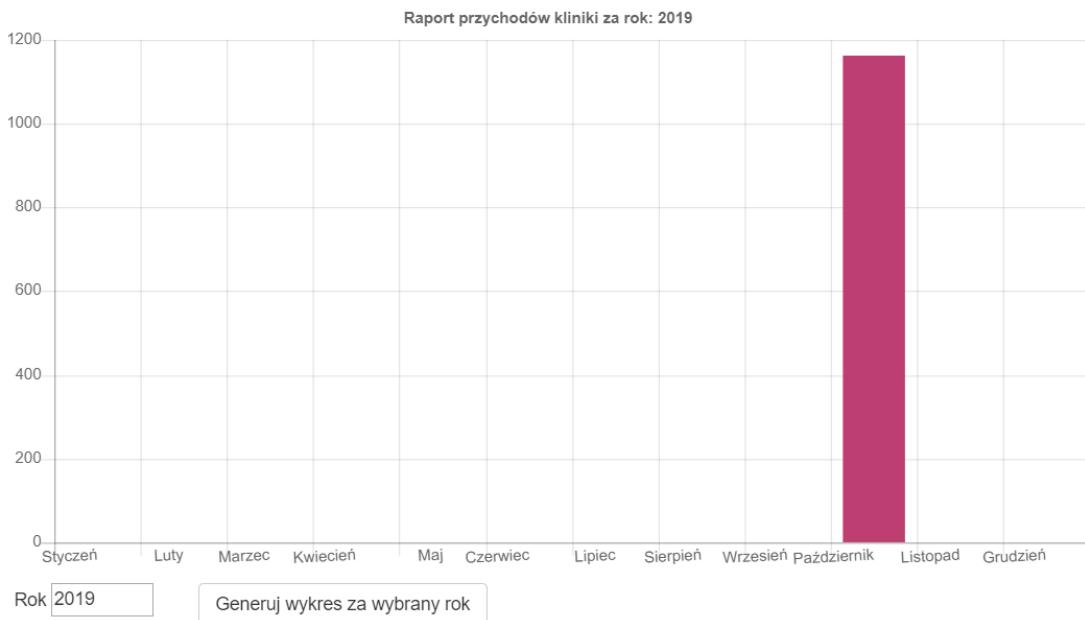
Najbardziej popularny lekarz w wybranym okresie: **Jane Doe**

Ilość odbytych wizyt u Jane Doe wybranym okresie: **2**

Rysunek 18. Raporty - zakres dat

Raport może zostać wygenerowany dla dowolnego przedziału czasowego. Domyślnie generowany jest raport za bieżący rok. Dane jakie są w nim przedstawiane to:

- Przychody z tytułu wizyt.
- Ilość wizyt.
- Najbardziej popularny lekarz.
- Ilość wizyt u najbardziej popularnego lekarza.



Rysunek 19. Raporty - wykres

Dodatkową opcją podczas generowania raportu jest wykres słupkowy, który przedstawia przychody kliniki w wybranym przez użytkownika roku. Domyślnie generowany jest dla roku bieżącego. Do jego implementacji została wykorzystana biblioteka Chart.js[4].

## 4.4. Wizyty u lekarzy

Aplikacja została wyposażona w funkcjonalność umożliwiającą pacjentowi na rezerwację terminu wizyty spośród aktualnie dostępnych w systemie. Lekarze dostępni w klinice wyświetlani są pacjentowi w formie listy.

### Dostępni lekarze:

John Doe

Jane Doe

Mike Ross

DoctorName DoctorSurname

Rysunek 20. Wizyty u lekarzy - dostępni lekarze

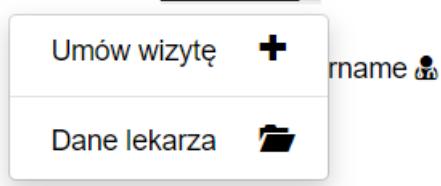
Dla każdego lekarza pacjent posiada dwie opcje. Może wyświetlić jego szczegółowe dane lub zapisać się na wizytę.

### Dostępni lekarze:

John Doe

Jane Doe

Mike Ross



Rysunek 21. Wizyty u lekarzy - opcje

Po wybraniu opcji umówienia wizyty pacjentowi ukazuje się poniższa formatka zawierająca wolne terminy wizyt przypisane do danego lekarza.

## Zapisujesz się na wizytę do lekarza **Mike Ross**

Dostępne terminy wizyt 27.10.2019 12:00 ▾

Umów wizytę

[Powrót do menu](#)

📞 Kontakt telefoniczny: pn-pt 8:00 - 16:00 | 🌐 Nasza lokalizacja | 📈 Całodobowa rejestracja online  
© 2019 - System zarządzania kliniką kardiologiczną

Rysunek 22. Wizyty u lekarzy - zapis na nową wizytę

Po wybraniu opcji wyświetlenia danych lekarza pacjent zostanie przekierowany do poniższej formatki. Może tam zobaczyć imię, nazwisko, email oraz numer telefonu konkretnego lekarza.

### Szczegóły

Lekarz

Imię lekarza	Mike
Nazwisko lekarza	Ross
Email	mike.ross@gmail.com
Numer telefonu	998

[Powrót](#)

📞 Kontakt telefoniczny: pn-pt 8:00 - 16:00 | 🌐 Nasza lokalizacja | 📈 Całodobowa rejestracja online  
© 2019 - System zarządzania kliniką kardiologiczną

Rysunek 23. Wizyty u lekarzy - szczegółowe dane wybranego lekarza

## 4.5. Zarządzanie wizytami

Główna formatka zarządzania wizytami jest dostępna dla administratorów, lekarzy oraz pracowników recepcji. Przedstawia ona wizyty zapisane w systemie w formie listy. Administratorzy mają dostęp do wszystkich wizyt widniejących w systemie. Każdą z nich mogą edytować, sprawdzić jej szczegóły bądź usunąć.

Lekarze mają dostęp tylko do wizyt przez nich obsługiwanych. Nie mogą zobaczyć wizyty, która była u innego lekarza.

Pracownicy recepcji mogą jedynie dodać nową wizytę.

## Wizyty

Stwórz nową wizytę

Wyszukaj pacjenta po nazwisku lub imieniu:   | [Wróć do pełnej listy wizyty](#)

Pacjent	Lekarz	Data wizyty	Nazwa wizyty	
Wojciech Gąsiewicz	DoctorName DoctorSurname	08.10.2019 15:00:00	testx	<a href="#">Edycja</a>   <a href="#">Szczegóły</a>   <a href="#">Usuń</a>
	John Doe	27.10.2019 15:00:00	t2	<a href="#">Edycja</a>   <a href="#">Szczegóły</a>   <a href="#">Usuń</a>
	Mike Ross	27.10.2019 12:00:00	wizyta	<a href="#">Edycja</a>   <a href="#">Szczegóły</a>   <a href="#">Usuń</a>
Wojciech Gąsiewicz	Jane Doe	03.10.2019 15:59:00	test4	<a href="#">Edycja</a>   <a href="#">Szczegóły</a>   <a href="#">Usuń</a>
Wojciech Gąsiewicz	John Doe	03.10.2019 17:00:00	TEST2	<a href="#">Edycja</a>   <a href="#">Szczegóły</a>   <a href="#">Usuń</a>
	John Doe	27.10.2019 14:00:00	t1	<a href="#">Edycja</a>   <a href="#">Szczegóły</a>   <a href="#">Usuń</a>
Wojciech Gąsiewicz	Mike Ross	25.10.2019 15:00:00	test wolnej wizyty	<a href="#">Edycja</a>   <a href="#">Szczegóły</a>   <a href="#">Usuń</a>
Wojciech Gąsiewicz	Jane Doe	19.09.2019 15:00:00	TEST	<a href="#">Edycja</a>   <a href="#">Szczegóły</a>   <a href="#">Usuń</a>

[Wróć do menu](#)

[Kontakt telefoniczny: pn-pt 8:00 - 16:00](#) |  [Nasza lokalizacja](#) |  [Całodobowa rejestracja online](#)

© 2019 - System zarządzania kliniką kardiologiczną

Rysunek 24. Zarządzanie wizytami - lista wizyt

Poniżej znajduje się formatka odpowiadająca za dodawanie nowej wizyty do systemu. Dostęp do niej mają użytkownicy posiadający rolę lekarza, administratora lub pracownika recepcji. W celu prawidłowego dodania wizyty musi zostać wybrany lekarz, data wizyty oraz pacjent. Jeżeli nie znamy jeszcze konkretnego pacjenta a wiemy, że lekarz w danym terminie chce zrealizować wizytę możemy wpisać ją do systemu bez podawania konkretnego pacjenta.

## Stwórz nową wizytę

Pacjent

Lekarz  John Doe

Data wizyty

dd.mm.rrrr --:--

Nazwa wizyty

Cena

Stwórz

[Powrót do listy wizyt](#)

Rysunek 25. Zarządzanie wizytami - tworzenie nowej wizyty

Każdą istniejącą w systemie wizytę możemy edytować. Formatka odpowiadająca za tę operację została przedstawiona poniżej. Możemy zmienić wszystkie właściwości wizyty o ile nie będą one kolidowały z innymi istniejącymi wizytami.

# Edytuj wizytę

Wizyta:

Pacjent Wojciech Gąsiewicz ▾

Lekarz DoctorName DoctorSurname ▾

Data wizyty

08.10.2019 15:00

Nazwa wizyty

testx

Notatka lekarza

Pole na notatkę dotyczącą wizyty

Zapisz

[Powrót do listy wizyt](#)

Rysunek 26. Zarządzanie wizytami - edycja istniejącej wizyty

Ostatnią formatką wchodzącą w skład funkcjonalności zarządzania wizytami jest formatka wyświetlająca szczegóły danej wizyty. Opcja ta dostępna jest dla administratorów oraz lekarzy. Pokazuje ona wszystkie dane dotyczące danej wizyty.

System zarządzania kliniką kardiologiczną Cennik O nas Kontakt Moduł wykrywający zawał serca Witaj gasiewicz.wojciech@gmail.com! Wyloguj

## Szczegóły

Wizyta:

Pacjent	Wojciech Gąsiewicz
Lekarz	DoctorName DoctorSurname
Data wizyty	08.10.2019 15:00:00
Nazwa wizyty	testx
Cena	123
Notatka lekarza	

[Edycja](#) | [Powrót do listy wizyt](#)

[Kontakt telefoniczny: pn-pt 8:00 - 16:00](#) [Nasza lokalizacja](#) [Całodobowa rejestracja online](#)

© 2019 - System zarządzania kliniką kardiologiczną

Rysunek 27. Zarządzanie wizytami - szczegóły wizyty

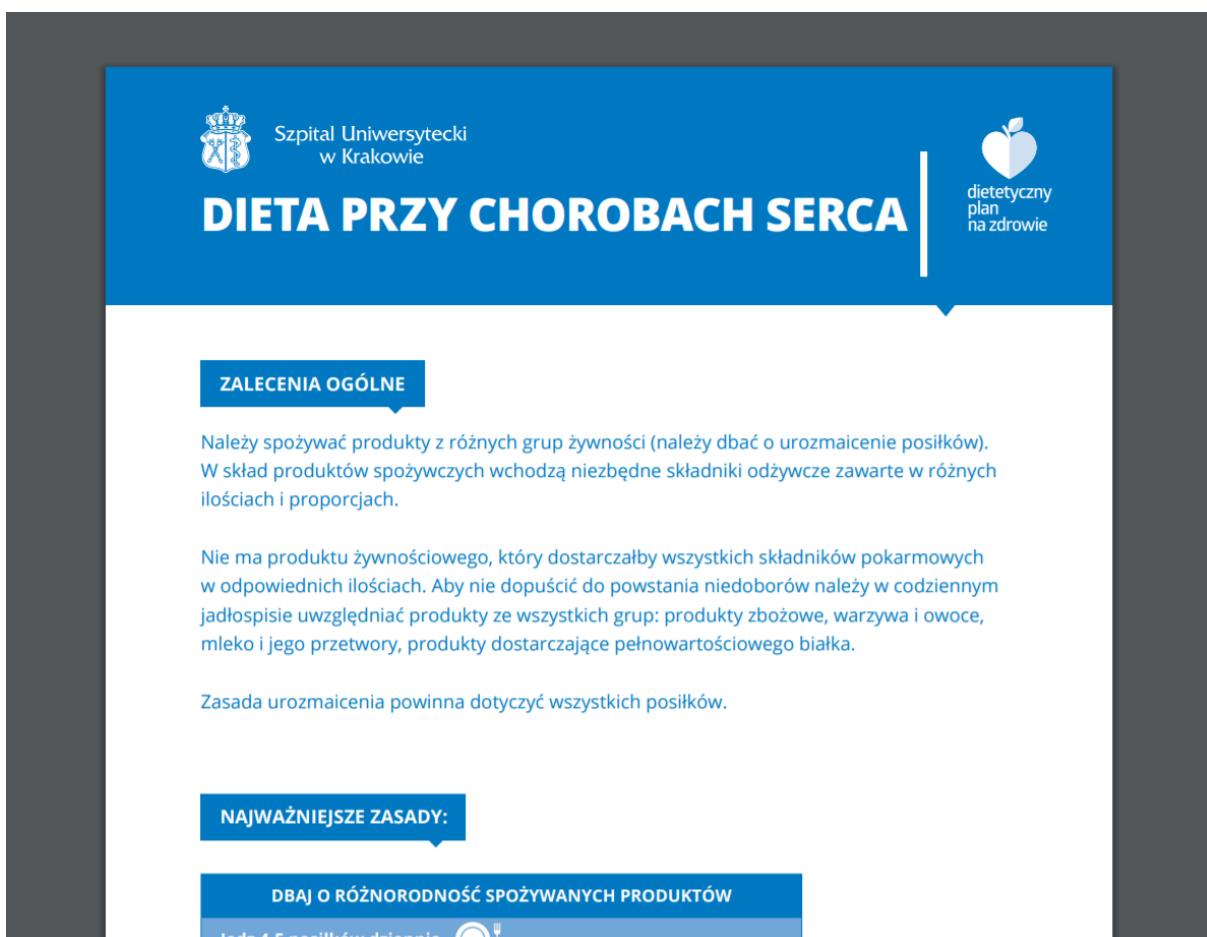
## 4.6. Dokumenty do pobrania

Każdy użytkownik ma dostęp do sekcji z dokumentami do pobrania. Zamieszczane są tam materiały informacyjne dla pacjentów kliniki kardiologicznej. Każdy z nich może być pobrany jako plik pdf. Istnieje również możliwość wydruków.

Pliki do pobrania:

Dieta przy chorobach serca   
Nieinwazyjne badania w kardiologii   
Psychologiczne aspekty chorób kardiologicznych 

Poniżej znajduje się przykład pliku zamieszczonego w sekcji pliki do pobrania.



Rysunek 28. Przykład jednego z dokumentów dostępnych do pobrania

## 4.7. Formularz kontaktowy

System został wyposażony w formularz kontaktowy umożliwiający wysyłanie zapytań do kliniki bezpośrednio ze strony serwisu. Każda osoba odwiedzająca jego stronę może zadać klinice dowolne intrygujące ją pytanie.

The screenshot shows a contact form on a website. At the top, there is a dark header bar with white text: "System zarządzania kliniką kardiologiczną", "Cennik", "O nas", "Kontakt", "Rejestracja", and "Zaloguj". Below the header, the main content area has a title "Skontaktuj się z nami". It includes the clinic's address: "Bielany Wrocławskie, Czeresiowa 16, Telefon: 123-456-789" and email: "Email: mail@przychodnia.com". There are four input fields for "Imię", "Nazwisko", "Email", and "Wiadomość". Below these fields is a "Prześlij" button. At the bottom, there are three links: "Kontakt telefoniczny: pn-pt 8:00 - 16:00", "Nasza lokalizacja", and "Całodobowa rejestracja online". A small note at the bottom says "© 2019 - System zarządzania kliniką kardiologiczną".

Rysunek 29. Formularz kontaktowy

Aby skorzystać z formularza należy uzupełnić go poprawnymi danymi. Przesłanie go na adres mailowy przychodzący realizowane jest po naciśnięciu guzika “prześlij”. Po takiej akcji użytkownika uruchamiany jest poniższy fragment kodu:

```
if (ModelState.IsValid)
{
    try
    {
        var client = new SmtpClient("smtp.gmail.com", 587)
        {
            Credentials = new NetworkCredential("gasiewicz.wojciech@gmail.com", "pass"),
            EnableSsl = true
        };
        client.Send("gasiewicz.wojciech@gmail.com", "gasiewicz.wojciech@gmail.com", "wiadomość z kliniki kardiologicznej",
                    Contact.Message + "\n Wiadomość od: " + Contact.Name + " " + Contact.LastName + "\n Email:" + Contact.Email);
    }
    catch (Exception ex)
    {
        ModelState.Clear();
    }
}
```

Listing 1. Wysyłanie wiadomości email

Odpowiada on za przygotowanie spójnego tekstu wiadomości email z pól uzupełnionych przez użytkownika oraz przesłanie go na odpowiedni adres w formie wiadomości email.

## 4.8. Reset hasła

W systemie została zaimplementowana funkcjonalność resetowania hasła do konta przez jego właściciela. Jest to funkcjonalność niezbędna w momencie gdy użytkownik zapomni hasła do swojego konta. Dzięki niej w takiej sytuacji jest w stanie samodzielnie ustawić nowe hasło do swojego konta. W celu rozpoczęcia procesu musi zostać podany adres email przypisany do konta użytkownika.

The screenshot shows a web page for password reset. At the top, there is a navigation bar with links: 'System zarządzania kliniką kardiologiczną', 'Cennik', 'O nas', 'Kontakt', 'Rejestracja', and 'Zaloguj'. Below the navigation bar, the main content area has the heading 'Zapomniałeś swojego hasła?'. A sub-instruction 'Wprowadź adres email swojego konta.' is displayed above an input field labeled 'Email'. To the right of the input field is a blue 'Wyslij' (Send) button. At the bottom of the page, there is a footer with links: 'Kontakt telefoniczny: pn-pt 8:00 - 16:00', 'Nasza lokalizacja', 'Całodobowa rejestracja online', and the copyright notice '© 2019 - System zarządzania kliniką kardiologiczną'.

Rysunek 30. Reset hasła - wprowadzenie adresu email

Jeżeli email jest poprawny użytkownik zostaje poinformowany o prawidłowym przebiegu operacji. Wyświetlony zostaje również poniższy komunikat.

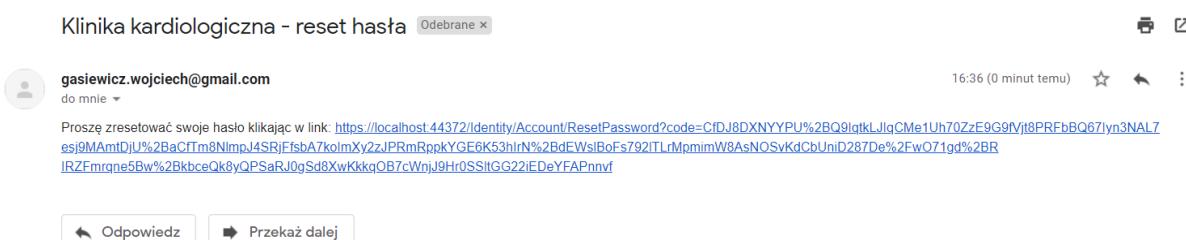
## Email do resetu hasła został pomyślnie wysłany

Sprawdź swoją pocztę aby zresetować hasło.



Rysunek 31. Reset hasła - potwierdzenie wysłania wiadomości email

W tym momencie po odwiedzeniu poczty email użytkownika możemy znaleźć tam wiadomość do zresetowania hasła. Przykładowa wiadomość wygenerowana za pomocą systemu widnieje poniżej.



Rysunek 32. Resetowanie hasła - wiadomość email zawierająca link do zresetowania hasła

Po kliknięciu w odnośnik z wiadomości email zostajemy przekierowani do nowej zakładki zawierającej formatkę realizującą operację ustawienia nowego hasła dla konta użytkownika.

# Reset hasła

Zresetuj swoje hasło.

**Email**

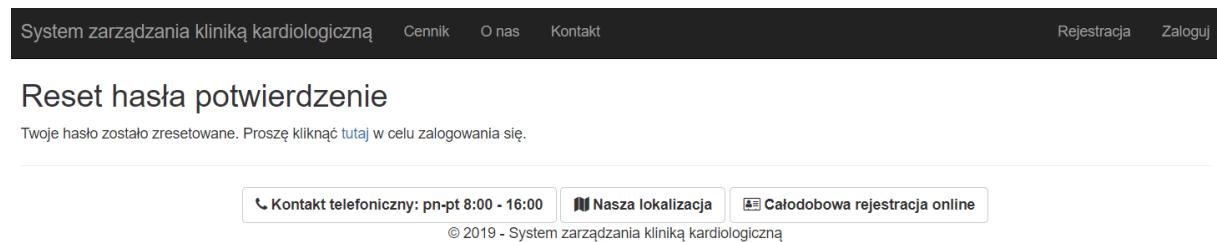
**Hasło**

**Potwierdź hasło**

**Resetuj**

Rysunek 33. Resetowanie hasła - formatka do resetu hasła

Po wprowadzeniu odpowiedniego adresu email oraz nowego hasła spełniającego politykę haseł w aplikacji użytkownik zostaje przekierowany do poniższego widoku potwierdzającego pomyślną zmianę hasła dla jego konta.



Rysunek 34. Resetowanie hasła - potwierdzenie powodzenia operacji resetu hasła

## 4.9. Zmiana hasła

Każdy użytkownik systemu ma dostęp do funkcjonalności zmiany hasła do jego konta. Operacja ta realizowana jest za pośrednictwem poniższej formatki:

Zmień swoje aktualne hasło

Aktualne hasło

Nowe hasło

Potwierdź nowe hasło

Zmień hasło

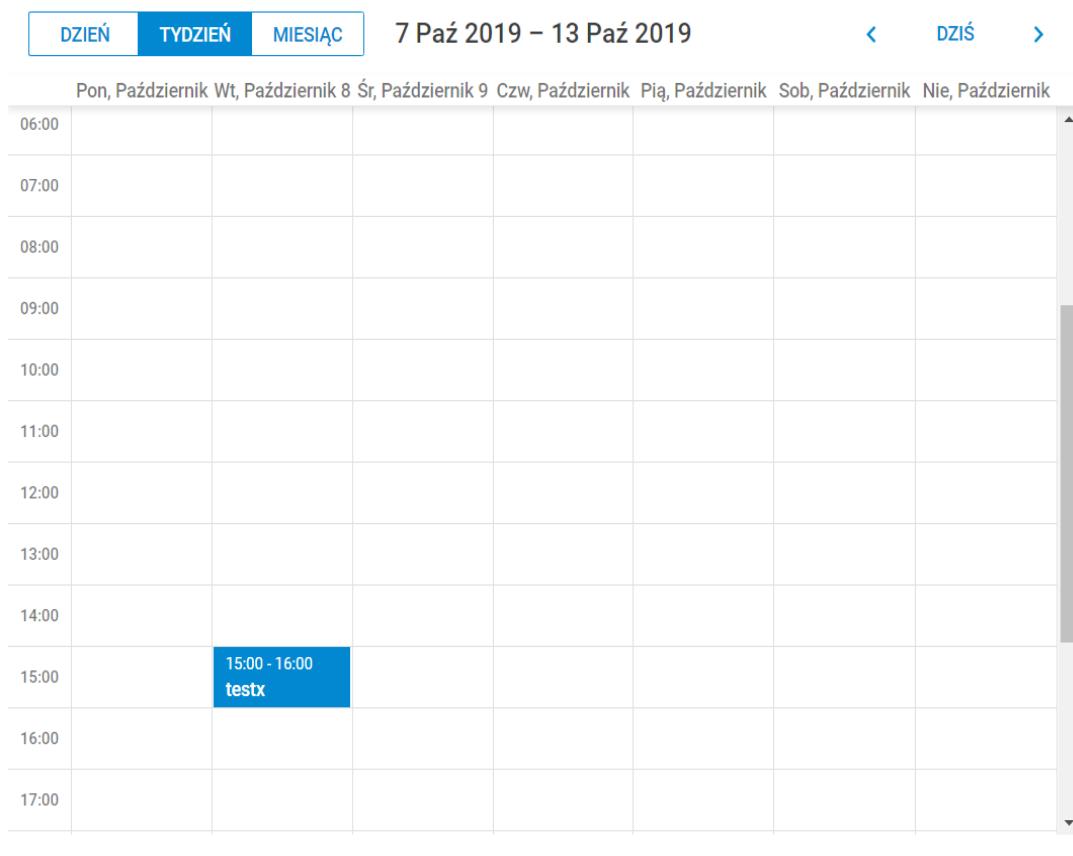
Rysunek 35. Zmiana hasła - formatka do zmiany hasła

Warunkiem koniecznym do zmiany hasła jest podanie aktualnego oraz nowego hasła do konta. Konieczna jest zgodność z polityką haseł w systemie (punkt [4.1]).

## 4.10. Kalendarz wizyt

Dzięki zaimplementowaniu tej funkcjonalności w systemie każdy pacjent ma dostęp do swoich wizyt w formie kalendarza. Do jego implementacji została wykorzystana biblioteka DHTMLX [5]. Wykorzystuje ona technologię JavaScript oraz HTML5. Jest on dostępny dla wszystkich użytkowników systemu posiadających możliwość zapisania się na wizytę lekarską. Prezentuje się on następująco.

## Kalendarz wizyt



Rysunek 36. Kalendarz wizyt

Użytkownicy do wyboru posiadają trzy ziarna: dzienne, tygodniowe oraz miesięczne. Ziarnem domyślnym jest tygodniowe. Po kalendarzu można się poruszać za pomocą strzałek w prawym górnym rogu. Widnieje tam też guzik przenoszący użytkownika bezpośrednio do aktualnej daty.

## 4.11. Zarządzanie użytkownikami

Funkcjonalność zarządzania użytkownikami dostępna jest dla administratorów systemu. Po wybraniu jej w menu ukazuje się poniższa formatka. Zawiera ona listę wszystkich kont utworzonych w systemie.

System zarządzania kliniką kardiologiczną Cennik O nas Kontakt Moduł wykrywający zawał serca Witaj gasiewicz.wojciech@gmail.com! Wyloguj

### Zarządzanie użytkownikami

Stwórz nowego użytkownika

Wyszukaj użytkownika po nazwisku lub imieniu:  Szukaj | Wróć do pełnej listy użytkowników

Id	Email	Rola	
0fb90fe0-c579-4bd7-b160-6a75124bd4f2	john.doe@gmail.com	Doctor	<a href="#">Edytuj</a>   <a href="#">Szczegóły</a>   <a href="#">Usuń</a>
440aca64-2c39-45ce-bc8f-98290753866d	jane.doe@gmail.com	Doctor	<a href="#">Edytuj</a>   <a href="#">Szczegóły</a>   <a href="#">Usuń</a>
50a9a2e8-83e1-4d3d-8503-9daffd801e51	mike.ross@gmail.com	Doctor	<a href="#">Edytuj</a>   <a href="#">Szczegóły</a>   <a href="#">Usuń</a>
a0faccb6-6603-4af2-adc1-d3eaba959809	doctor@doctor.com	Doctor	<a href="#">Edytuj</a>   <a href="#">Szczegóły</a>   <a href="#">Usuń</a>
a5c674a0-2150-440d-b1e4-e71eb5ea7bd7	gasiewicz.wojciech@gmail.com	Admin	<a href="#">Edytuj</a>   <a href="#">Szczegóły</a>   <a href="#">Usuń</a>
eacab7d5-5439-40e1-8154-0d7cb4888277	user@user.com	User	<a href="#">Edytuj</a>   <a href="#">Szczegóły</a>   <a href="#">Usuń</a>
ecb1d5b8-af89-4155-9746-c3ee432958e0	reception@reception.com	Reception	<a href="#">Edytuj</a>   <a href="#">Szczegóły</a>   <a href="#">Usuń</a>

Kontakt telefoniczny: pn-pt 8:00 - 16:00 | Nasza lokalizacja | Całodobowa rejestracja online  
© 2019 - System zarządzania kliniką kardiologiczną

Rysunek 37. Zarządzanie użytkownikami - lista użytkowników systemu

Każdy rekord użytkownika posiada trzy opcje umożliwiające efektywne zarządzanie kontami użytkowników:

- Edytuj
- Szczegóły
- Usuń

# Edytuj użytkownika

**Imię użytkownika**

Wojciech

**Nazwisko użytkownika**

Gąsiewicz

**Email**

gasiewicz.wojciech@gmail.com

**Numer telefonu**

531377999

**Rola użytkownika** Admin ▾

Zapisz

[Powrót do listy użytkowników](#)

Rysunek 38. Zarządzanie użytkownikami - edycja użytkownika

Wyświetlenie szczegółów dotyczących użytkownika powoduje wyświetlenie poniższej formatki.

The screenshot shows a user profile editing interface. At the top, there's a navigation bar with links: 'System zarządzania kliniką kardiologiczną', 'Cennik', 'O nas', 'Kontakt', 'Moduł wykrywający zawał serca', 'Witaj gasiewicz.wojciech@gmail.com!', and 'Wyloguj'. Below the navigation, the title 'Szczegóły' is displayed above the word 'Użytkownik'. A table provides detailed information about the user: Imię użytkownika (Wojciech), Nazwisko użytkownika (Gąsiewicz), Email (gasiewicz.wojciech@gmail.com), and Numer telefonu (531377999). At the bottom of the page are links for 'Edytuj użytkownika' and 'Powrót do listy użytkowników', along with three buttons: 'Kontakt telefoniczny: pn-pt 8:00 - 16:00', 'Nasza lokalizacja', and 'Całodobowa rejestracja online'. A copyright notice at the very bottom reads: '© 2019 - System zarządzania kliniką kardiologiczną'.

Rysunek 39. Zarządzanie użytkownikami - szczegóły konkretnego użytkownika

Poprzez formatkę zarządzania użytkownikami administrator ma również opcję utworzenia nowego konta:

## Stwórz konto nowego użytkownika

**Imię użytkownika**

Imię jest wymagane.

**Nazwisko użytkownika**

**Email**

**Hasło**

Hasło jest wymagane.

**Numer telefonu**

**Rola użytkownika**  ▾

[Powrót do listy użytkowników](#)

Rysunek 40. Zarządzanie użytkownikami - tworzenie konta nowego użytkownika

## 4.12. Moduł diagnostyczny

Moduł diagnozujący pochodzenie bólu w klatce piersiowej pacjenta jest najbardziej zaawansowanym elementem systemu. Do rozpoznawania poszczególnych przypadków została zaprojektowana sieć neuronowa. Do jej wytrenowania posłużył zbiór danych charakteryzujący się pięcioma klasami:

- 1. Ból nie związany z sercem** – ból o pochodzeniu innym niż zawał serca.

2. **Zawał serca prześnienny[10]** – jeden z podtypów choroby niedokrwiennej mięśni serca, uszkadza wszystkie warstwy mięśniowe serca. Charakteryzuje się objawami przypominającymi anginę.
3. **Zawał serca podwsierdziowy[11]** – może lokalizować się podwsierdziowo i dotyczyć mięśni brodawkowatych. Jest charakterystyczny dla zwężenia wszystkich trzech gałęzi tętnic wieńcowych.
4. **Choroba niedokrwienienna[12]** serca – choroba polegająca na niedostatecznym dostarczeniu tlenu oraz wartości odżywcznych do mięśnia sercowego. Jej objawami najczęściej są silny ból w klatce piersiowej objawiający się często podczas wzmożonego wysiłku fizycznego.
5. **Choroba niedokrwienienna Prinzmetala[13]** – choroba znana również jako angina Prinzmetala. Osoby chore często są nałogowymi palaczami. W elektrokardiografii osób chorych często występuje uniesienie odcinka ST. Może być wywołana również poprzez spożycie alkoholu, jej towarzyszącym objawem może być migrena.

Tabela 1. Klasy w zbiorze danych

Nr. Klasy	Ilość próbek
1	230
2	264
3	198
4	142
5	68
$\Sigma$	902

#### Cechy danych do diagnozy:

Tabela 2. Cechy w zbiorze danych

1	Wiek	INT
2	Płeć	0 – kobieta 1 – mężczyzna
3	Lokalizacja bólu	1 – Mostek 2 – Lewy przedsercowy 3 – Prawy przedsercowy 4 – Lewy boczny klatki piersiowej

		5 – Prawy boczny klatki piersiowej 6 – Brzuszny 7 – Plecy 8 – Inny
4	Promieniowanie bólu klatki piersiowej	1 – Szyja 2 – Szczęka 3 – Lewe ramię 4 – Lewa ręka 5 – Prawe ramię 6 – Plecy 7 – Brzuch 8 – Inny
5	Charakterystyka bólu	1 – Stały 2 – Epizodyczny 3 – Raczej epizodyczny niż stały 4 – Raczej stały niż epizodyczny 5 – Tępy 6 – Ostry 7 – Palący 8 – Opłucnowy
6	Początek bólu	1 – Podczas wysiłku 2 – Podczas odpoczynku 3 – Podczas snu
7	Liczba godzin od nadejścia bólu	INT
8	Czas trwania ostatniego bólu	1 – Mniej niż 5 minut 2 – 5 – 30 minut 3 – 30 – 60 minut 4 – 1 – 6 godzin 5 – 6 – 12 godzin 6 – Więcej niż 12 godzin
9	Mdłości	0 – Nie 1 – Tak
10	Diaforeza	0 – Nie

		1 – Tak
11	Palpitacje	0 – Nie 1 – Tak
12	Duszności	0 – Nie 1 – Tak
13	Zawroty głowy	0 – Nie 1 – Tak
14	Bekanie	0 – Nie 1 – Tak
15	Czynniki łagodzące	1 – Brak 2 – Odczucie ulgi poprzez podanie nitrogliceryny w przeciągu 5 minut 3 – Odczucie ulgi poprzez podanie nitrogliceryny w czasie dłuższym niż 5 minut 4 – związek z obowiązującej kwasu 5 – Niewrażliwość na ból z wyjątkiem morfiny 6 – Morfina
16	Występowanie podobnych bóli w przeszłości	0 – Nie 1 – Tak
17	Konsultacja z lekarzem z powodu poprzednich bóli	0 – Nie 1 – Tak
18	Wcześniej ból związany z sercem	0 – Nie 1 – Tak
19	Wcześniej ból związany z zawałem serca	0 – Nie 1 – Tak
20	Wcześniej ból związany z chorobą niedokrwienią serca	0 – Nie 1 – Tak
21	Zawał serca	0 – Nie 1 – Tak
22	Choroba niedokrwieniąca serca	0 – Nie 1 – Tak
23	Nietypowy ból w klatce piersiowej	0 – Nie 1 – Tak

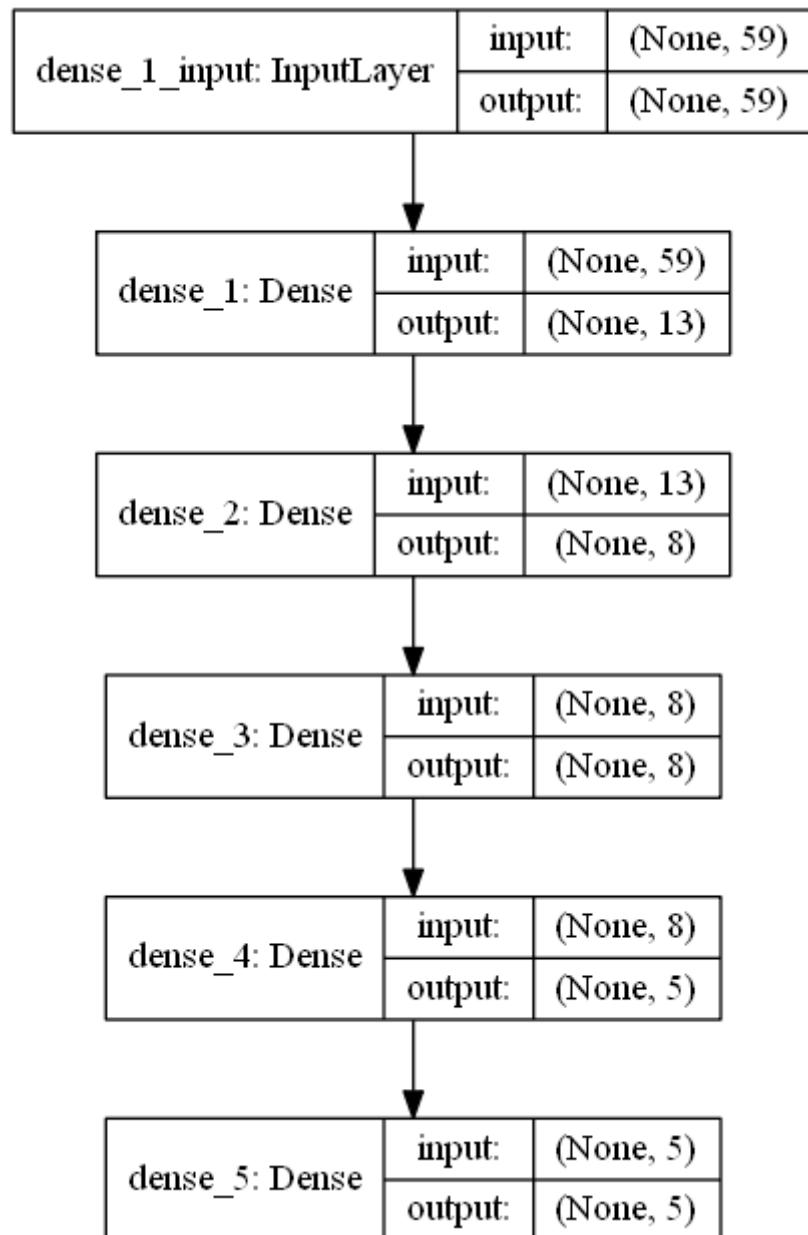
24	Niewydolność serca	0 – Nie 1 – Tak
25	Choroby naczyń obwodowych	0 – Nie 1 – Tak
26	Przepuklina rozworu przełykowego	0 – Nie 1 – Tak
27	Nadciśnienie	0 – Nie 1 – Tak
28	Cukrzyca	0 – Nie 1 – Tak
29	Palacz	0 – Nie 1 – Tak
30	Leki moczopędne	0 – Nie 1 – Tak
31	Azotany	0 – Nie 1 – Tak
32	Beta bloker	0 – Nie 1 – Tak
33	Naparstnica	0 – Nie 1 – Tak
34	Niesterydowy przeciwwzapalny	0 – Nie 1 – Tak
35	Związek zubojętniający kwasy	0 – Nie 1 – Tak
36	Skurczowe ciśnienie krwi	INT
37	Rozkurczowe ciśnienie krwi	INT
38	Tętno	INT
39	Częstotliwość oddechów na minutę	INT
40	Rzęźenie	0 – Nie 1 – Tak
41	Sinica	0 – Nie 1 – Tak
42	Bladość	0 – Nie

		1 – Tak
43	Szmer sercowy skurczowy	0 – Nie 1 – Tak
44	Szmer sercowy rozkurczowy	0 – Nie 1 – Tak
45	Obrzęk	0 – Nie 1 – Tak
46	S3Gallop	0 – Nie 1 – Tak
47	S4Gallop	0 – Nie 1 – Tak
48	Wrażliwość klatki piersiowej	0 – Nie 1 – Tak
49	Diaforeza	0 – Nie 1 – Tak
50	Nowy załamek Q	0 – Nie 1 – Tak
51	Załamek Q	0 – Nie 1 – Tak
52	Nowy wzrost odcinka ST	0 – Nie 1 – Tak
53	Wzrost odcinka ST	0 – Nie 1 – Tak
54	Nowy spadek odcinka ST	0 – Nie 1 – Tak
55	Spadek odcinka ST	0 – Nie 1 – Tak
56	Nowa inwersja załamka T	0 – Nie 1 – Tak
57	Inwersja załamka T	0 – Nie 1 – Tak
58	Nowy błąd przewodnictwa międzykomorowego	0 – Nie 1 – Tak

59	Błąd przewodnictwa międzykomorowego	0 – Nie 1 – Tak
----	-------------------------------------	--------------------

Sieć neuronowa zaimplementowana do rozwiązywania problemu klasyfikacji liczy 5 warstw.

Poniżej możemy zobaczyć wizualizację graficzną wykorzystanych warstw. Została ona wygenerowana przy użyciu narzędzia Graphviz2[6].



Rysunek 41. Schemat warstw w sieci neuronowej modułu diagnostycznego

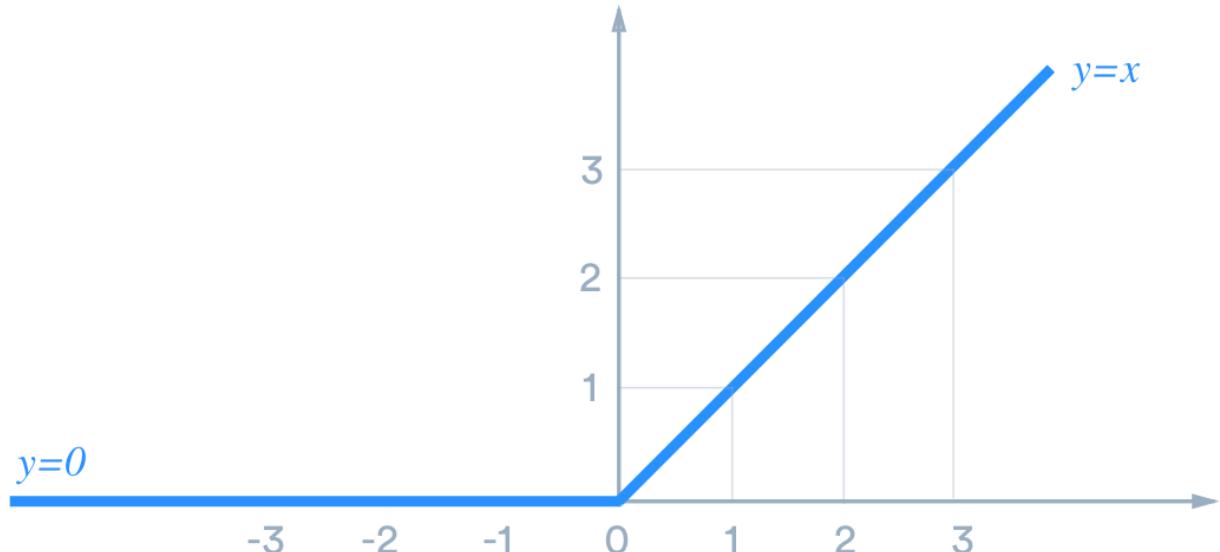
Pierwsza warstwa składa się z 59 neuronów. Kolejna z 13, następnie dwie warstwy po 8 neuronów oraz warstwa wyjściowa posiadająca 5 neuronów. Za utworzenie warstw modelu w aplikacji odpowiada fragment poniższego kodu.

```
model.add(Dense(13, input_dim=len(X_train[0]), activation='relu'))  
model.add(Dense(8, activation='relu'))  
model.add(Dense(8, activation='relu'))  
model.add(Dense(5, activation='relu'))  
model.add(Dense(5, activation='softmax'))
```

Listing 2. Implementacja warstw sieci neuronowej

Podczas implementacji warstw zostały wykorzystane dwie funkcje aktywacji:

**Relu[8]** – jest najczęściej stosowaną funkcją aktywacji w sieciach neuronowych. Niewymagająca obliczeniowo. Matematycznie definiuje się ją jako  $y = \max(0, x)$ .



Rysunek 42. Matematyczna definicja funkcji relu[8]

**Softmax[7]** – funkcja wykładnicza najczęściej używana w warstwie wyjściowej klasyfikatora wieloklasowego. Dzięki zastosowanej w niej normalizacji wartości wyjściowe mogą być interpretowane jako prawdopodobieństwo przynależności do poszczególnej klasy problemu.

#### 4.12.1. Kompilacja modelu

Do kompilacji modelu wykorzystany został optymalizator Adam z learning rate ustalonym na wartość 0,0022. Jest to algorytm optymalizacji gradientowej pierwszego rzędu stochastycznego funkcji celu. Jest wydajny obliczeniowo, ma małe wymagania co do pamięci.

```
adam = optimizers.Adam(lr=0.0022)
model.compile(loss='sparse_categorical_crossentropy', optimizer=adam, metrics=['accuracy'])
```

Listing 3. Kompilacja modelu

#### 4.12.2. Trening modelu

Zbiory treningowy i testujący zostały podzielone w stosunku 80 do 20. Zbiory testowe zostaną wyłączone z treningu.

```
history = model.fit(X_train, Y_train, epochs=300, batch_size=12, validation_data=(X_test, Y_test))
scores = model.evaluate([X_test, Y_test])
```

Listing 4. Trening modelu

#### 4.12.3. Klasyfikacja konkretnego przypadku

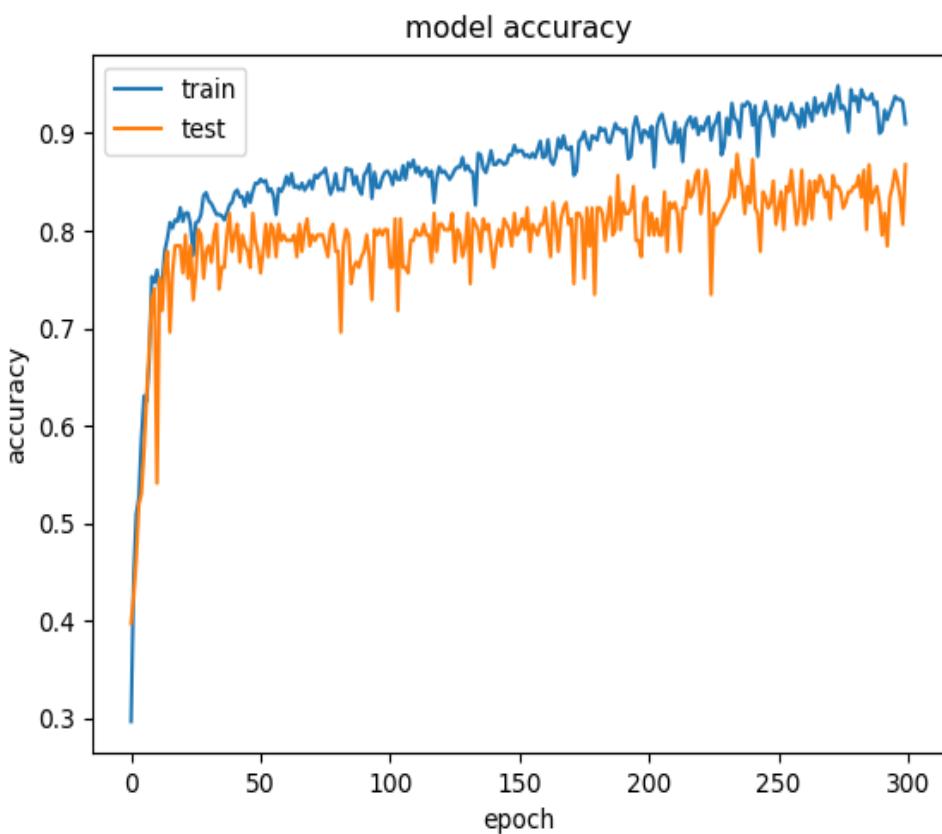
Wytrenowany model klasyfikuje rozpatrywane przypadki na zasadach klasyfikacji przybliżonej[9]. Polega ona na podaniu przynależności do każdej z klas. Jest ona liczbą rzeczywistą z przedziału <0,1> gdzie 0 oznacza brak przynależności a 1 całkowitą przynależność. Odpowiada za to poniższa linia kodu:

```
predict = model.predict_classes(np.array([data,]))
```

Listing 5. Przykład predykcji

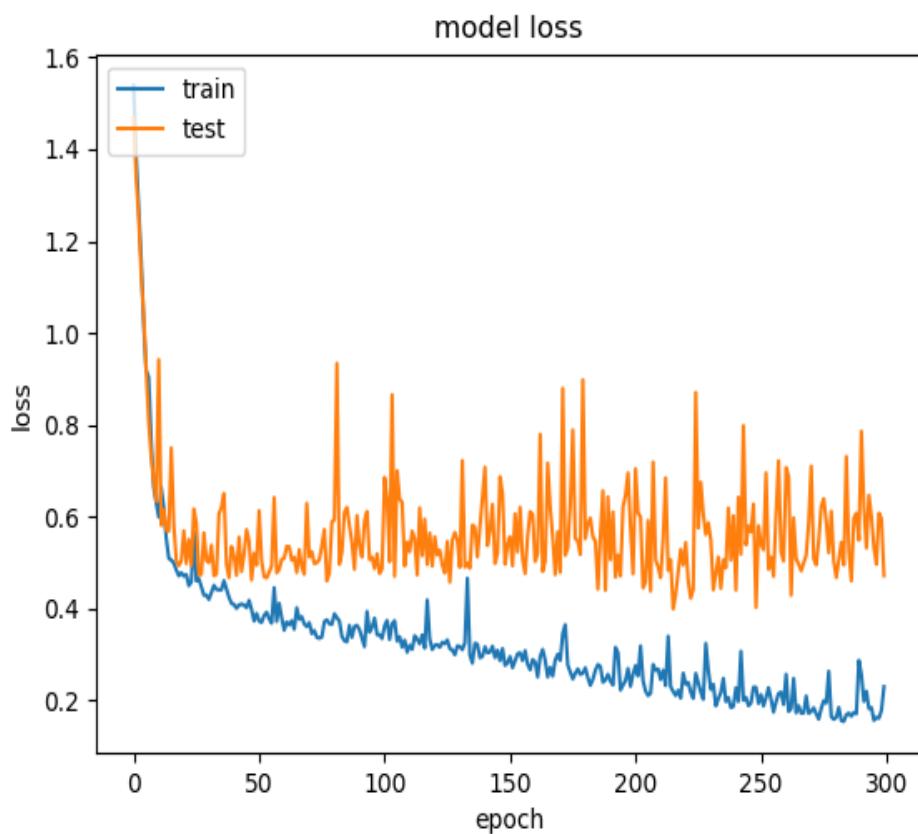
#### 4.12.4. Badania skuteczności diagnozy

Podczas implementacji modułu diagnostycznego, każdy z wytrenowanych modeli był sprawdzany pod względem skuteczności podejmowania diagnozy. Celem było osiągnięcie jak najwyższego wyniku w celu podejmowania trafnych diagnoz przez system. Model aktualnie wykorzystywany do diagnozy zapytań cechuje się skutecznością na poziomie 86,74%. Została ona osiągnięta dla 300 iteracji podczas treningu. Poniżej zostaną zaprezentowane jego szczegółowe dane.



Wykres 1. Dokładność modelu

Na wykresie obrazującym dokładność modelu możemy zobaczyć, że trenowanie modelu na większej ilości iteracji nie koniecznie przyniesie oczekiwany efekt. Model nie wykazuje już silnych tendencji wzrostowych w ciągu ostatnich epok.



Wykres 2. Straty modelu

Z wykresu strat modelu możemy zaobserwować, że początkowo wydajność dla zbioru trenującego i testującego jest bardzo zbliżona. W dalszej części wykresu wydajności te zaczynają od siebie odchodzić. Jest to znak, że trenowanie modelu dla większej ilości iteracji może nie przynieść oczekiwanej rezultatu.

Podczas badania jakości wytrenowanego modelu bardzo przydatna może być macierz konfuzji[23]. Pozwala ona zwizualizować wartości przewidywane i rzeczywiste dla danego problemu. Macierz konfuzji wytrenowanego modelu prezentuje się następująco:

```
[[41 0 0 1 0]
 [ 0 49 1 0 1]
 [ 0 12 30 3 2]
 [ 0 0 0 21 2]
 [ 0 0 1 3 14]]
```

Idealnym przypadkiem było by uzyskanie macierzy diagonalnej. Możemy zaobserwować, że otrzymana macierz jest do takowej bardzo zbliżona. Oznacza to, że model podejmuje poprawne decyzje podczas predykcji.

Raport klasyfikacji dla wykorzystywanego do treningu modelu zbioru danych:

	precision	recall	f1-score	support
class 0	1.00	0.98	0.99	42
class 1	0.80	0.96	0.88	51
class 2	0.94	0.64	0.76	47
class 3	0.75	0.91	0.82	23
class 4	0.74	0.78	0.76	18
accuracy			0.86	181
macro avg	0.85	0.85	0.84	181
weighted avg	0.87	0.86	0.85	181

Rysunek 43. Raport klasyfikacji

**Precision** – kolumna ta określa we wszystkich przypadkach sklasyfikowanych jako pozytywne, jaki procent był prawidłowy.

**Recall** – kolumna ta określa we wszystkich przypadkach, które były rzeczywiście pozytywne, jaki procent został poprawnie sklasyfikowany.

**F1-score** – możemy traktować jako średnią ważoną precision i recall.

**Support** – ilość wystąpień danej klasy.

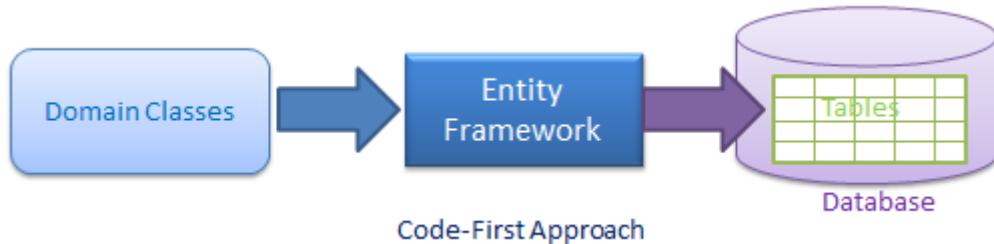
Wartości w kolumnach są najlepsze dla wartości 1 a najgorsze dla wartości 0.

Z powyższego raportu możemy zaobserwować, że zaimplementowany model najlepiej radzi sobie przy rozpoznawaniu problemów z klasą 0 (ból nie związany z sercem). Skuteczność w tym przypadku oscyluje w okolicach 100%. Nieco gorzej wypadły problemy klasy 1 (zawał serca przeszcienny). Pomimo tego wyniki w tym przypadku nadal utrzymują się na poziomie

niemal 90%. Klasą, która rozpoznawana jest najsłabiej okazała się być klasa 4 (choroba niedokrwienna Prinzmetala). Taki wynik może być spowodowany przez ilość próbek tej klasy w zbiorze danych. Była to najmniej liczna klasa.

# 5. Baza danych

Do implementacji systemu wykorzystana została baza danych firmy Microsoft. Do jej tworzenia oraz obsługi została wykorzystana technologia „Code First” pozwalająca na zarządzanie bazą oraz jej tabelami bezpośrednio z kodu aplikacji.



Rysunek 44. Diagram technologii Code First[2]

Poniżej znajduje się przykład modelu wizyt na podstawie którego za pomocą technologii Code First została utworzona tabela w bazie danych.

```
public class Visit
{
    public string Id { get; set; }
    [Display(Name = "Pacjent")]
    public string IdPatient { get; set; }
    [Display(Name = "Lekarz")]
    public string IdDoctor { get; set; }
    [Display(Name = "Data wizyty")]
    [Required(ErrorMessage = "Data wizyty jest wymagana.")]
    public DateTime VisitDate { get; set; }
    [Display(Name = "Nazwa wizyty")]
    public string VisitName { get; set; }
    [Display(Name = "Cena")]
    [Required(ErrorMessage = "Cena jest wymagana.")]
    public float Price { get; set; }
    [Display(Name = "Notatka lekarza")]
    public string VisitNote { get; set; }
}
```

Listing 6. Model tabeli wizyt

```
CREATE TABLE [dbo].[Visit] (
    [Id] NVARCHAR (450) NOT NULL,
    [IdPatient] NVARCHAR (MAX) NULL,
    [IdDoctor] NVARCHAR (MAX) NULL,
    [VisitDate] DATETIME2 (7) NOT NULL,
    [VisitName] NVARCHAR (MAX) NULL,
    [Price] REAL DEFAULT (CONVERT([real],(0))) NOT NULL,
    [VisitNote] NVARCHAR (MAX) NULL,
    CONSTRAINT [PK_Visit] PRIMARY KEY CLUSTERED ([Id] ASC)
);
```

Listing 7. Kod sql tabeli wizyt

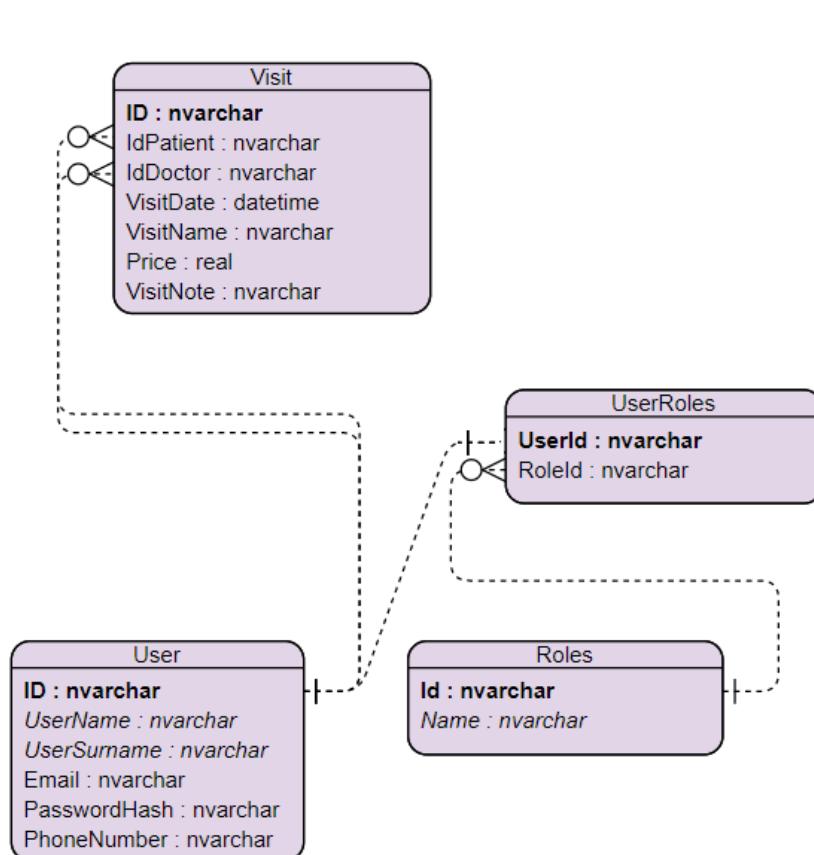
Powyższa tabela służy do przechowywania danych na temat wizyt odbywanych w klinice kardiologicznej.

## 5.1. Schemat bazy danych

Baza danych stworzona na potrzeby obsługi systemu składa się z czterech tabel:

- User
- Visit
- UserRoles
- Roles

Wszystkie tabele oraz istniejące między nimi relacje zostały przedstawione na poniższym schemacie ERD.



Rysunek 45. Diagram tabel i relacji w bazie danych

## **6. Podsumowanie i wnioski**

Celem pracy było wykonanie aplikacji webowej wspomagającej zarządzanie kliniką kardiologiczną wraz z modułem diagnostycznym odpowiadającym za klasyfikację rodzaju bólu w klatce piersiowej. Moduł diagnostyczny jest dostępny tylko dla zalogowanych klientów kliniki.

Wszystkie wymagania co do aplikacji zostały zrealizowane. Implementacja rozwiązania przyczyniła się do zwiększenia moich umiejętności w dziedzinie projektowania oraz implementacji aplikacji webowych z wykorzystaniem technologii microsoft .net core. Podczas implementacji szczególny nacisk był kładziony na intuicyjność i prostotę interfejsu. Istotne jest aby z systemu mogli również korzystać użytkownicy bez doświadczenia w obsłudze komputera.

Zapoznałem się również z algorytmami i funkcjami sztucznej inteligencji, których wcześniej nie wykorzystywałem w moich projektach. Do obsługi modułu diagnostycznego zaimplementowana została sieć neuronowa składająca się z 5 warstw. W systemie do wysyłania wiadomości email wykorzystałem swój prywatny adres email. Domyślnie może być on zmieniony na dowolny inny adres np. adres email kliniki kardiologicznej.

W perspektywie dalszego rozwoju projektu możliwa jest modyfikacja funkcjonalności systemu zgodnie z oczekiwaniemi potencjalnego klienta. Analogicznie można rozwijać również moduł diagnostyczny. W dobie powszechnego wykorzystywania smartfonów możliwe jest również wykonanie aplikacji w wersji mobilnej.

# Spis rysunków

Rysunek 1. Strona główna - slider .....	13
Rysunek 2. Strona główna - pracownicy .....	13
Rysunek 3. Strona główna - sprzęt.....	14
Rysunek 4. Strona o nas - historia kliniki .....	14
Rysunek 5. Strona o nas - zespół.....	15
Rysunek 6. Strona o nas - lokalizacja.....	15
Rysunek 7. Cennik .....	16
Rysunek 8. Menu użytkownika .....	17
Rysunek 9. Moduł diagnostyczny - informacje podstawowe .....	18
Rysunek 10. Moduł diagnostyczny - objawy współwystępujące.....	18
Rysunek 11. Moduł diagnostyczny - występowanie podobnych bóli w przeszłości .....	19
Rysunek 12. Moduł diagnostyczny - historia choroby.....	19
Rysunek 13. Moduł diagnostyczny - aktualnie stosowane leki .....	20
Rysunek 14. Moduł diagnostyczny - badania lekarskie .....	20
Rysunek 15. Moduł diagnostyczny - badania EKG .....	21
Rysunek 16. Rejestracja w systemie .....	22
Rysunek 17. Logowanie do systemu.....	23
Rysunek 18. Raporty - zakres dat.....	24
Rysunek 19. Raporty - wykres .....	24
Rysunek 20. Wizyty u lekarzy - dostępni lekarze .....	25
Rysunek 21. Wizyty u lekarzy - opcje .....	25
Rysunek 22. Wizyty u lekarzy - zapis na nową wizytę.....	26
Rysunek 23. Wizyty u lekarzy - szczegółowe dane wybranego lekarza.....	26
Rysunek 24. Zarządzanie wizytami - lista wizyt.....	27
Rysunek 25. Zarządzanie wizytami - tworzenie nowej wizyty.....	28
Rysunek 26. Zarządzanie wizytami - edycja istniejącej wizyty.....	29
Rysunek 27. Zarządzanie wizytami - szczegółły wizyty .....	29
Rysunek 28. Przykład jednego z dokumentów dostępnych do pobrania .....	30
Rysunek 29. Formularz kontaktowy .....	31
Rysunek 30. Reset hasła - wprowadzenie adresu email.....	32
Rysunek 31. Reset hasła - potwierdzenie wysłania wiadomości email .....	33

Rysunek 32. Resetowanie hasła - wiadomość email zawierająca link do zresetowania hasła.	33
Rysunek 33. Resetowanie hasła - formatka do resetu hasła.....	34
Rysunek 34. Resetowanie hasła - potwierdzenie powodzenia operacji resetu hasła .....	34
Rysunek 35. Zmiana hasła - formatka do zmiany hasła.....	35
Rysunek 36. Kalendarz wizyt.....	36
Rysunek 37. Zarządzanie użytkownikami - lista użytkowników systemu.....	37
Rysunek 38. Zarządzanie użytkownikami - edycja użytkownika .....	38
Rysunek 39. Zarządzanie użytkownikami - szczegóły konkretnego użytkownika.....	38
Rysunek 40. Zarządzanie użytkownikami - tworzenie konta nowego użytkownika .....	39
Rysunek 41. Schemat warstw w sieci neuronowej modułu diagnostycznego .....	45
Rysunek 42. Matematyczna definicja funkcji relu[8] .....	46
Rysunek 43. Raport klasyfikacji .....	50
Rysunek 44. Diagram technologii Code First[2] .....	52
Rysunek 45. Diagram tabel i relacji w bazie danych .....	53

## Spis tabel

Tabela 1. Klasy w zbiorze danych.....	40
Tabela 2. Cechy w zbiorze danych.....	40

## Spis wykresów

Wykres 1. Dokładność modelu .....	48
Wykres 2. Straty modelu .....	49

## Spis listingów

Listing 1. Wysyłanie wiadomości email .....	32
Listing 2. Implementacja warstw sieci neuronowej .....	46
Listing 3. Kompilacja modelu.....	47
Listing 4. Trening modelu .....	47
Listing 5. Przykład predykcji .....	47

Listing 6. Model tabeli wizyt .....	52
Listing 7. Kod sql tabeli wizyt .....	52

# Skróty

**INT** - Liczba całkowita

**ORM** – mapowanie obiektowo relacyjne.

**CPU** – procesor.

**GPU** – procesor graficzny.

# Literatura

- [1] Dokumentacja microsoft .net core 2.1 <https://docs.microsoft.com/pl-pl/aspnet/core/?view=aspnetcore-2.1> (stan z dnia 2.11.2019)
- [2] Strona internetowa prezentująca technologie Code First  
<https://www.entityframeworktutorial.net/code-first/what-is-code-first.aspx> (stan z dnia 2.11.2019)
- [3] Strona pozwalająca na wygenerowanie mapy z lokalizacją  
<https://www.google.pl/maps/preview> (stan z dnia 2.11.2019)
- [4] Strona biblioteki wykorzystanej do generowania wykresów <https://www.chartjs.org> (stan z dnia 2.11.2019)
- [5] Strona biblioteki wykorzystanej do stworzenia kalendarza wizyt <https://dhtmlx.com/> (stan z dnia 2.11.2019)
- [6] Strona biblioteki wykorzystanej do wygenerowania graficznej postaci modelu sieci neuronowej - Graphviz2 <https://graphviz.gitlab.io/> (stan z dnia 2.11.2019)
- [7] Hamza Mahmood 26.11.2018 artykuł o funkcji aktywacji - Softmax  
<https://towardsdatascience.com/softmax-function-simplified-714068bf8156> (stan z dnia 2.11.2019)
- [8] Danqing Liu 30.11.2017 artykuł o funkcji aktywacji - Relu  
<https://medium.com/@danqing/a-practical-guide-to-relu-b83ca804f1f7> (stan z dnia 2.11.2019)
- [9] Strona zawierająca opis klasyfikacji przybliżonej  
<http://ipkm.polsl.pl/PROJEKTY/Klas/k001/klas.htm> (stan z dnia 2.11.2019)
- [10] Strona zawierająca opis zawału serca prześciennego <http://disease-pl.helpster.in.ua/kardiologia/28314-przez%C5%9Bcienny-zawa%C5%82-serca-objawy-leczenie.html> (stan z dnia 2.11.2019)
- [11] Strona zawierająca opis zawału serca podwsierdziowego  
[https://pl.wikipedia.org/wiki/Zawa%C5%82\\_mi%C4%99%C5%9Bnia\\_sercowego](https://pl.wikipedia.org/wiki/Zawa%C5%82_mi%C4%99%C5%9Bnia_sercowego) (stan z dnia 2.11.2019)
- [12] Choroba niedokrwenna serca - Szczeklik A. red.,Choroby wewnętrzne.,Wyd. 1. Medycyna praktyczna, ,Kraków, 2006
- [13] Choroba niedokrwenna Prinzmetal - Andrzej Jakub Sałacki, Andrzej Wysokiński  
DOI: 10.5603/FC.2017.0055 czasopismo: *Folia Cardiologica* 2017 tom 12 numer (3) stony:285-290

- [14] Strona zawierająca informacje na temat środowiska Visual Studio  
[https://pl.wikipedia.org/wiki/Microsoft\\_Visual\\_Studio](https://pl.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Visual_Studio) (stan z dnia 2.11.2019)
- [15] Visual Studio Code [https://pl.wikipedia.org/wiki/Visual\\_Studio\\_Code](https://pl.wikipedia.org/wiki/Visual_Studio_Code) (stan z dnia 2.11.2019)
- [16] Microsoft Word [https://pl.wikipedia.org/wiki/Microsoft\\_Word](https://pl.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Word) (stan z dnia 2.11.2019)
- [17] Microsoft SQL Server [https://pl.wikipedia.org/wiki/Microsoft\\_SQL\\_Server](https://pl.wikipedia.org/wiki/Microsoft_SQL_Server) (stan z dnia 2.11.2019)
- [18] Dokumentacja ASP NET CORE <https://docs.microsoft.com/pl-pl/aspnet/?view=aspnetcore-3.0#pivot=core> (stan z dnia 2.11.2019)
- [19] Dokumentacja narzędzia Entity Framework Core <https://docs.microsoft.com/pl-pl/ef/core/> (stan z dnia 2.11.2019)
- [20] Strona zawierająca informacje na temat języka Python  
<https://pl.wikipedia.org/wiki/Python> (stan z dnia 2.11.2019)
- [21] Dokumentacja biblioteki Keras <https://keras.io/> (stan z dnia 2.11.2019)
- [22] Strona zawierająca informacje na temat języka C# [https://pl.wikipedia.org/wiki/C\\_Sharp](https://pl.wikipedia.org/wiki/C_Sharp) (stan z dnia 2.11.2019)
- [23] Sarang Narkhede 9.05.2019 artykuł o macierzy konfuzji w problemach uczenia maszynowego <https://towardsdatascience.com/understanding-confusion-matrix-a9ad42dcfd62> (stan z dnia 19.11.2019)