

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,

Zespół inteligencji obliczeniowej i informatyki
medycznej.

OCENA PRACY:

WROCŁAW, 2019

Spis treści

1.	Cel i zakres pracy	4
2.	Wykorzystane narzędzia oraz technologie	4
2.1.	Narzędzia:	4
2.1.1.	Visual Studio 2017	4
2.1.2.	Visual Studio Code.....	5
2.1.3.	Microsoft Word	5
2.1.4.	Microsoft SQL Server	5
2.2.	Technologie:	5
2.2.1.	ASP NET CORE 2.1	5
2.2.2.	Entity Framework Core	6
2.2.3.	Python Keras	6
2.2.4.	C#	6
2.2.5.	Technologie frontendowe.....	6
3.	Wstęp.....	7
3.1.	Wymagania funkcjonalne	7
4.	Strony systemu	11
4.1.	Strona główna	11
4.2.	Strona o nas	12
4.3.	Cennik.....	13
4.4.	Menu użytkownika	14
5.	Funkcjonalności systemu	15
5.1.	Rejestracja nowych użytkowników	15
5.2.	Logowanie do systemu	16
5.3.	Raporty	17
5.4.	Wizyty u lekarzy.....	18

5.5.	Zarządzanie wizytami	20
5.6.	Dokumenty do pobrania	23
5.7.	Formularz kontaktowy.....	24
5.8.	Reset hasła.....	25
5.9.	Zmiana hasła.....	28
5.10.	Kalendarz wizyt.....	28
5.11.	Zarządzanie użytkownikami	30
5.12.	Moduł diagnostyczny	32
5.12.1.	Kompilacja modelu.....	39
5.12.2.	Trening modelu.....	40
5.12.3.	Klasyfikacja konkretnego przypadku	40
6.	Baza danych	40
6.1.	Schemat bazy danych	41
7.	Podsumowanie i wnioski.....	42
	Spis rysunków	44
	Spis tabel	45
	Spis listingów	45
	Skróty	45
	Literatura	46

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.

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. Podeczas 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 platformie .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 dostarczająca 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. Wstęp

Zadaniem stworzonego systemu jest wspomaganie procesu zarządzania kliniką kardiologiczną. Dzięki powszechności internetu w dzisiejszych czasach stworzenie systemu w formie aplikacji webowej było dogodnym rozwiążaniem dla potencjanych klientów kliniki. Dzięki wykorzystanym podczas implementacji technologiom aplikacja będzie dostępna zarówno z urządzeń mobilnych jak i stacjonarnych. W formie dodatku zaimplementowany został również 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.

3.1. Wymagania funkcjonalne

- **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 obsługiwać 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 modelem diagnostycznym.

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

1.2.3 Kryterium spełnienia: Aplikacja pozwala administratorowi na zarządzanie modelem 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.

4. Strony systemu

4.1. 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

A screenshot of the main page showing the "Nasz zespół" (Our team) section. The title "Nasz zespół" is centered above three individual profiles. Each profile consists of a photo, the name of the staff member, their title, a brief description, their email address, and a "Informacje szczegółowe" (Detailed information) button. The profiles are as follows:

- Jane Doe**
Kardiolog
Specjalistka USG.
jane.doe@klinika.com
[Informacje szczegółowe](#)
- Mike Ross**
Kardiolog
Specjalista EKG.
mike.ross@klinika.com
[Informacje szczegółowe](#)
- John Doe**
Kardiolog
Kardiolog z wieloletnim stażem znany i ceniony na świecie.
john.doe@klinika.com
[Informacje szczegółowe](#)

Rysunek 2. Strona główna - pracownicy

Nasz sprzęt

Aparaty EKG
Aparaty EKG serii Cardio M Plus
Aparat EKG Cardio M Plus to profesjonalny elektrokardiograf wielokanałowy z 7" dotykowym wyświetlaczem, możliwością podłączenia spirometru (opcja). Dodatkowo menu w tym modelu zostało spłaszczone. Aparat EKG z wbudowanym spirometrem dostępny w kategorii Spirometry.

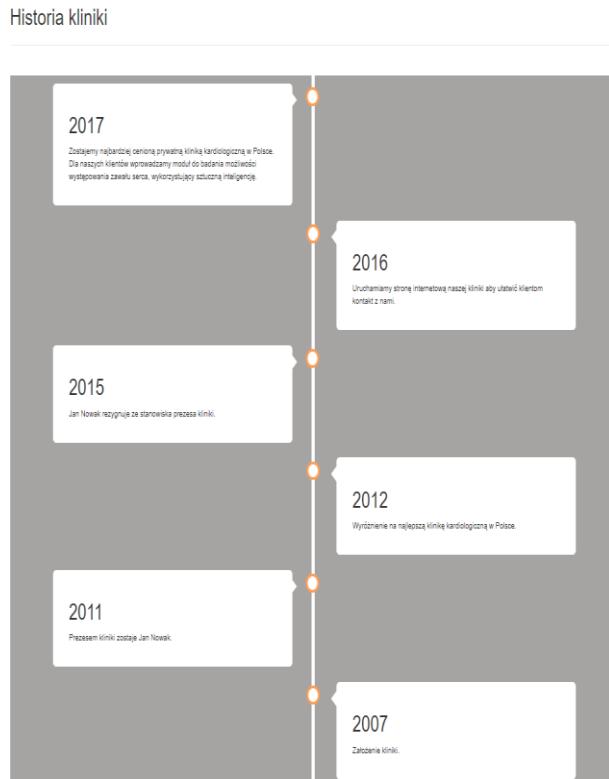
Kardiomonitory
CMS 7000
CMS7000 jest wysokiej klasy kompaktowym kardiomonitorem. Wypośażony jest w duży ekran TFT wysokiej rozdzielczości o przekątnej 12,1". Jego podstawowe cechy, to lekkość, kompaktowość i niezawodność. Monitorowane parametry: EKG, SpO₂, NIBP, TEMP, PR, RESP i TEMP.

Holter EKG
SilikonBeat 3/12
Rejestrator SilikonBeat 12 jest kolejnym krokiem w ewolucji cyfrowych rejestratorów holterowskich. Wysoka jakość zapisu bez kompresji, 12 lub 3 kanałowy w zależności od kabla. Detekcja rozrusznika serca. Jak jedyny oferuje tygodniowy zapis również w trybie 12 kanałowym. Pierwszy rejestrator z precyzyjnym 24bitowym przetwornikiem. Wysokiej rozdzielczości kolorowy wyświetlacz OLED umożliwia ocenę EKG bez konieczności podłączania do komputera.

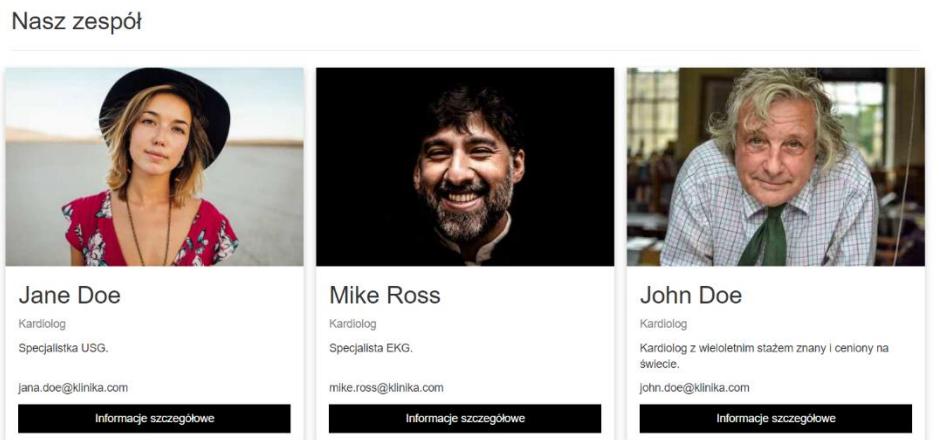
Rysunek 3. Strona główna - sprzęt

4.2. Strona o nas

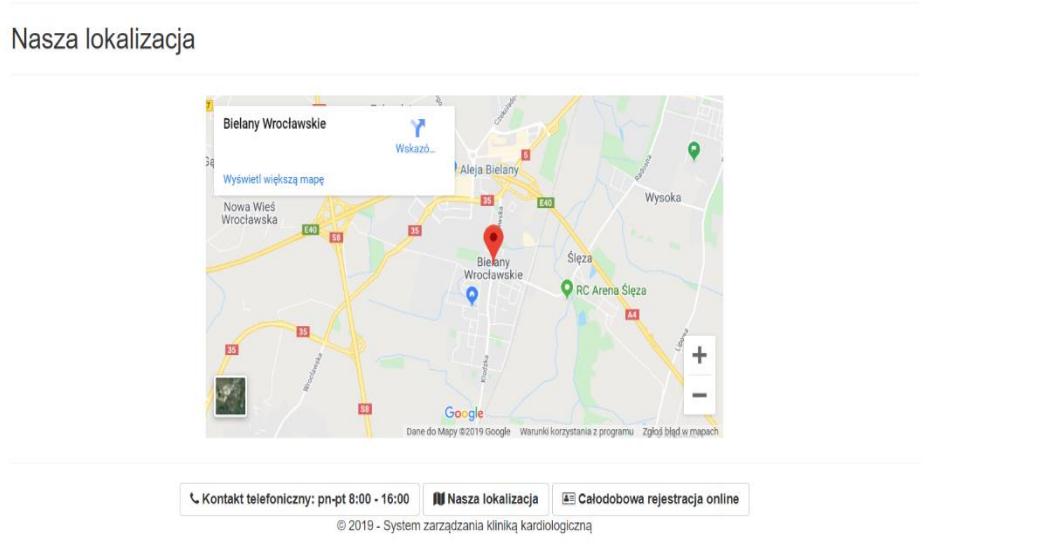
Strona zawiera podstawowe informacje na temat kliniki. Użytkownik może poznać tam historię kliniki, jej lokalizację oraz pracowników.



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].

4.3. 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

4.4. Menu użytkownika

Elementem systemu umożliwiającym użytkownikom poruszanie się po wszystkich udostępnionych dla nich funkcjonalnościami 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

Nazwa użytkownika
gasiewicz.wojciech@gmail.com

Email
gasiewicz.wojciech@gmail.com

Wyslij email weryfikacyjny

Numer telefonu
531377999

Zapisz

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

© 2019 - System zarządzania kliniką kardiologiczną

Rysunek 8. Menu użytkownika

5. Funkcjonalności systemu

5.1. 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.



Rejestracja

Stwórz nowe konto użytkownika.

Email

Hasło

Potwierdź hasło

Zarejestruj

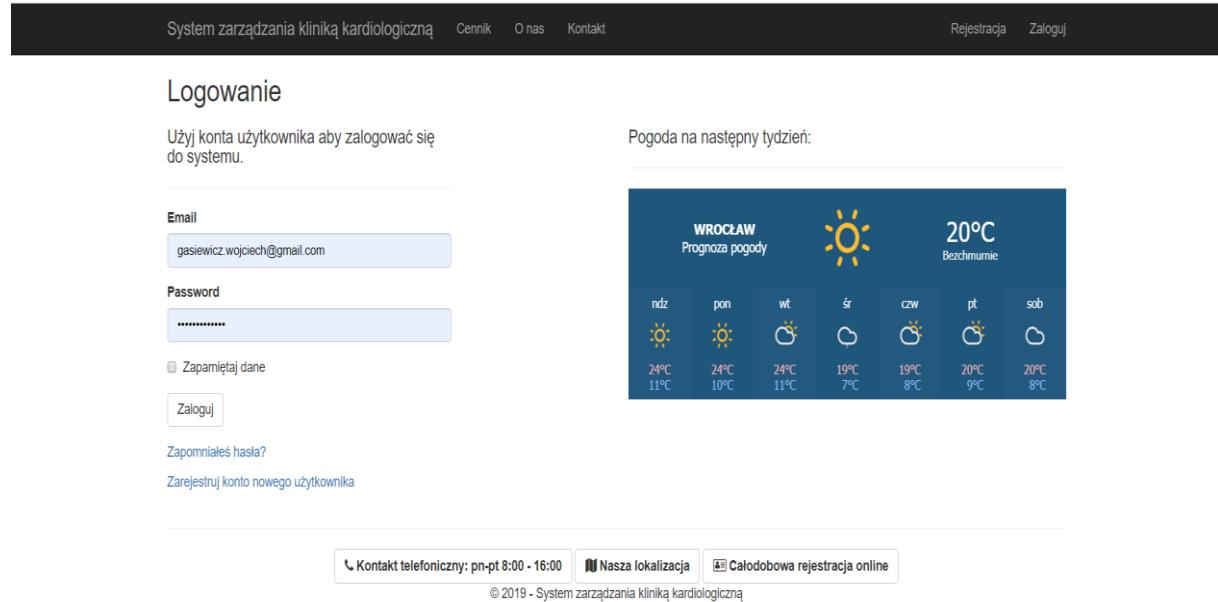
[Kontakt telefoniczny: pn-pt 8:00 - 16:00](#) [Nasza lokalizacja](#) [Całodobowa rejestracja online](#)

© 2019 - System zarządzania kliniką kardiologiczną

Rysunek 9. Rejestracja w systemie

5.2. 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.



Rysunek 10. Logowanie do systemu

5.3. Raporty

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

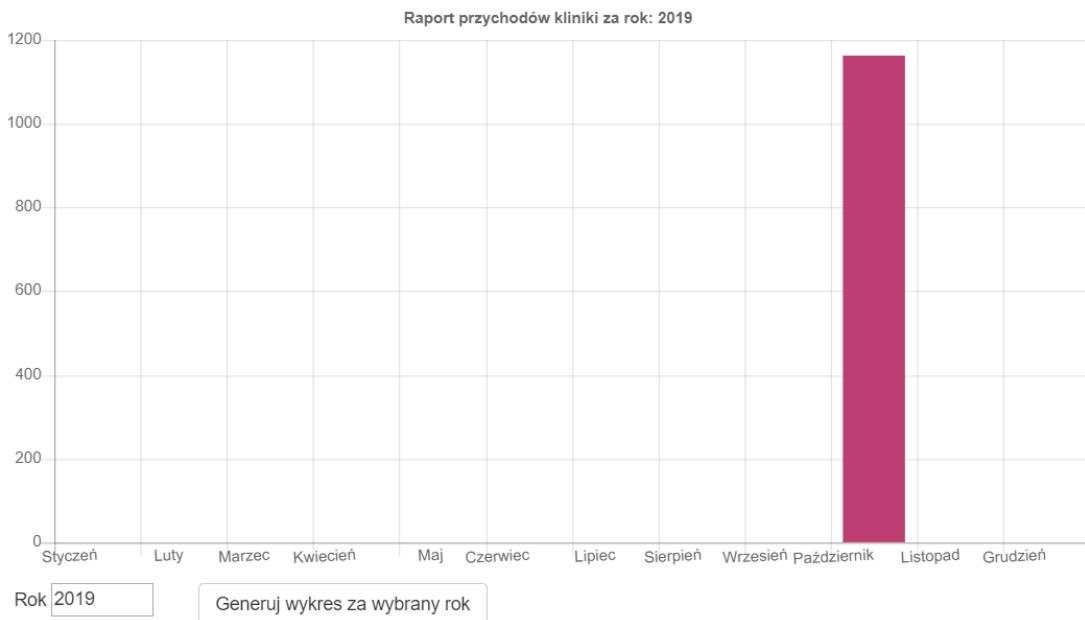
Raporty

The screenshot shows a user interface for generating reports. At the top, there are two input fields: 'Od' (From) containing '01.01.2019' and 'Do' (To) containing '31.12.2019'. Below these is a button labeled 'Generuj' (Generate). To the right, the generated report results are displayed:
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 11. 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 12. 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].

5.4. Wizyty u lekarzy

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

Dostępni lekarze:

John Doe ♂

Jane Doe ♀

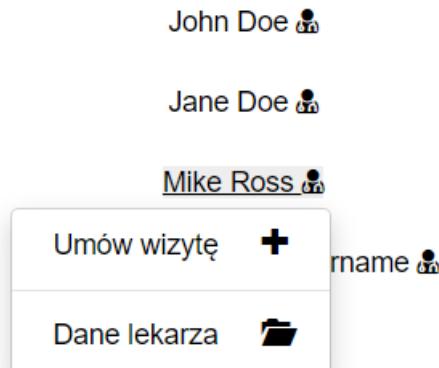
Mike Ross ♂

DoctorName DoctorSurname ♂

Rysunek 13. Wizyty u lekarzy - dostępni lekarze

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

Dostępni lekarze:



Rysunek 14. Wizyty u lekarzy - opcje

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

This screenshot shows the appointment booking form for Mike Ross. At the top, it says 'Zapisujesz się na wizytę do lekarza **Mike Ross**'. Below this is a dropdown menu labeled 'Dostępne terminy wizyt' showing '27.10.2019 12:00'. A 'Umów wizytę' button is present. At the bottom, there are links for 'Kontakt telefoniczny: pn-pt 8:00 - 16:00', 'Nasza lokalizacja', 'Całodobowa rejestracja online', and copyright information '© 2019 - System zarządzania kliniką kardiologiczną'.

Rysunek 15. 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 16. Wizyty u lekarzy - szczegółowe dane wybranego lekarza

5.5. 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: [Szukaj](#) | [Wróć do pełnej listy wizyt](#)

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

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

© 2019 - System zarządzania kliniką kardiologiczną

Rysunek 17. 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 18. 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 19. 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 20. Zarządzanie wizytami - szczegóły wizyty

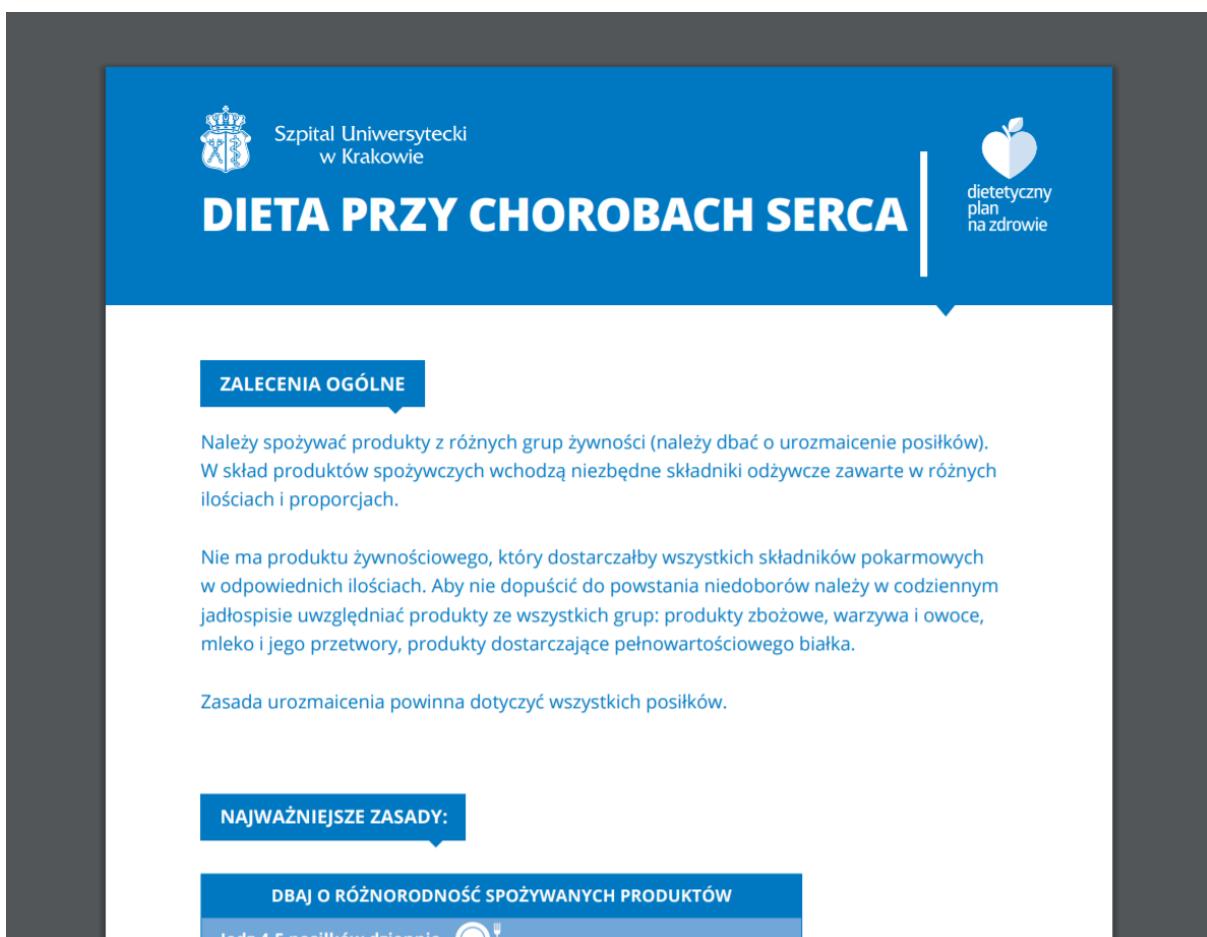
5.6. Dokumenty do pobrania

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 21. Przykład jednego z dokumentów dostępnych do pobrania

5.7. 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.

System zarządzania kliniką kardiologiczną Cennik O nas Kontakt Rejestracja Zaloguj

Skontaktuj się z nami

Bielany Wrocławskie
Czeresiowa 16
Telefon: 123-456-789

Email: mail@przychodnia.com

Imię:

Nazwisko:

Email:

Wiadomość:

Prześlij

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

Rysunek 22. 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", "gasie-
wicz.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.

5.8. 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.

Zapomniałeś swojego hasła?

Wprowadź adres email swojego konta.

Email

Wyślij

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

Rysunek 23. Reset hasła - wprowadzenie adresu email

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

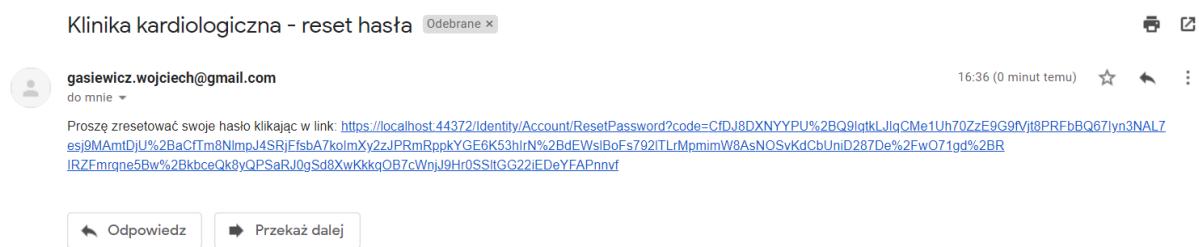
Email do resetu hasła został pomyślnie wysłany

Sprawdź swoją pocztę aby zresetować hasło.

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

Rysunek 24. 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 25. 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

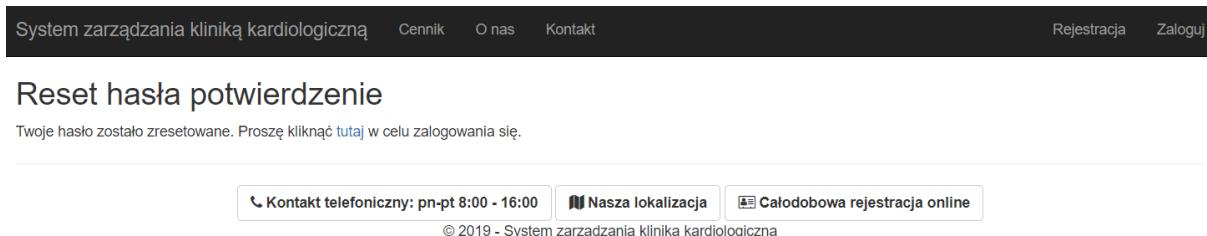
Hasło

Potwierdź hasło

Resetuj

Rysunek 26. 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 27. Resetowanie hasła - potwierdzenie powodzenia operacji resetu hasła

5.9. 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

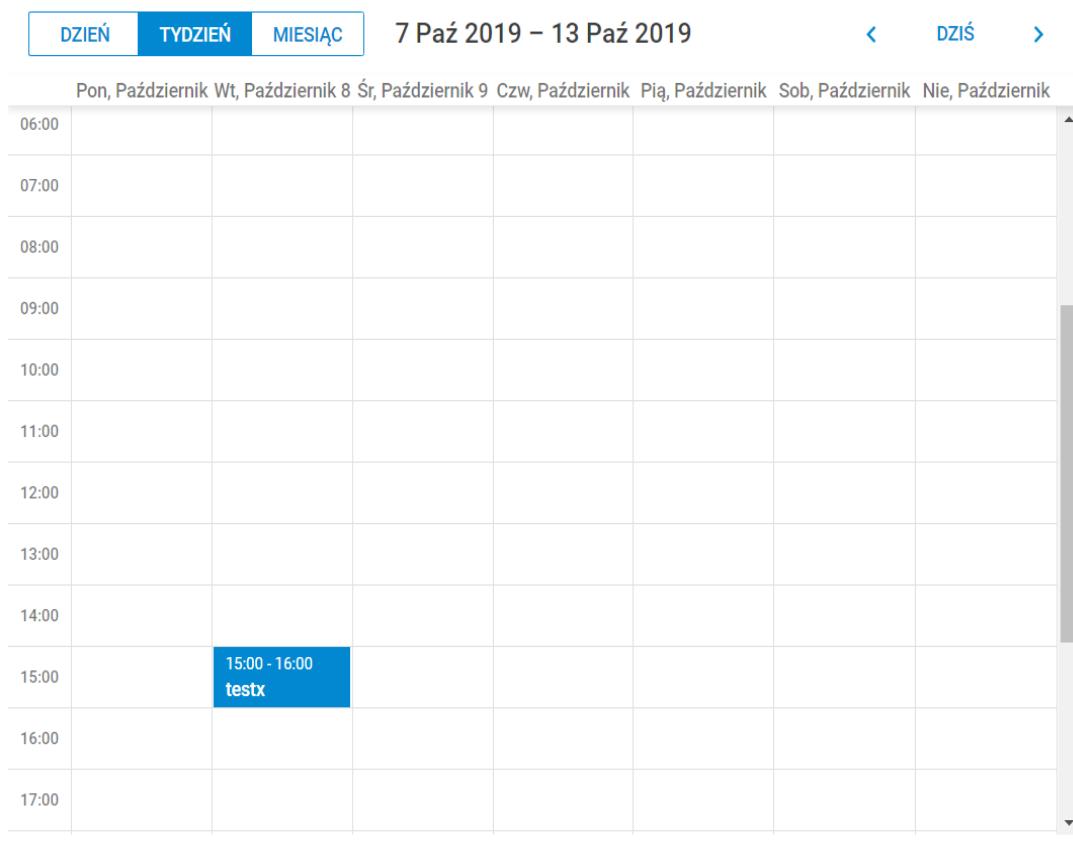
Rysunek 28. Zmiana hasła - formatka do zmiany hasła

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

5.10. 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 29. 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.

5.11. 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.

The screenshot shows a user management 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 bar, the main title is "Zarządzanie użytkownikami". A sub-link "Stwórz nowego użytkownika" is visible. There's a search bar with placeholder "Wyszukaj użytkownika po nazwisku lub imieniu:" and a "Szukaj" button. To the right of the search bar is a link "Wróć do pełnej listy użytkowników". The main content area displays a table of users:

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

At the bottom of the page, there are three buttons: "Kontakt telefoniczny: pn-pt 8:00 - 16:00", "Nasza lokalizacja", and "Całodobowa rejestracja online". Below these buttons is a copyright notice: "© 2019 - System zarządzania kliniką kardiologiczną".

Rysunek 30. 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 31. Zarządzanie użytkownikami - edycja użytkownika

Wyświetlenie szczegółów dotyczących użytkownika powoduje wyświetlenie poniższej formatki.

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

Szczegóły

Użytkownik

Imię użytkownika Wojciech
Nazwisko użytkownika Gąsiewicz
Email gasiewicz.wojciech@gmail.com
Numer telefonu 531377999

[Edytuj użytkownika](#) | [Powrót do listy użytkowników](#)

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

© 2019 - System zarządzania kliniką kardiologiczną

Rysunek 32. 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 33. Zarządzanie użytkownikami - tworzenie konta nowego użytkownika

5.12. 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.

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

Tabela 1. Klasy w zbiorze danych

Cechy danych do diagnozy:

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

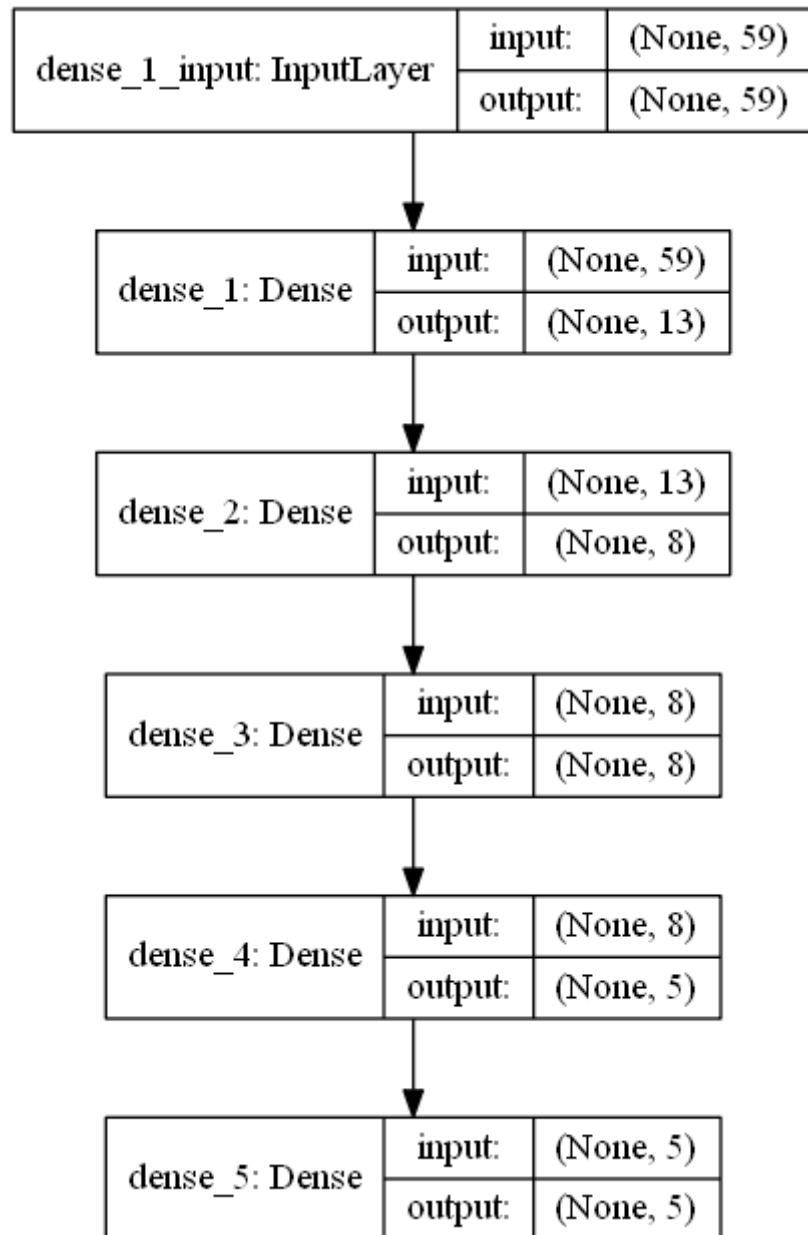
12	Duszności	0 – Nie 1 – Tak
13	Zawroty głowy	0 – Nie 1 – Tak
14	Bekanie	0 – Nie 1 – Tak
15	Czynniki łagodzące	1 – Brak 2 – Odczucie ulgi poprzez podanie nitrogliceryny w przeciągu 5 minut 3 – Odczucie ulgi poprzez podanie nitrogliceryny w czasie dłuższym niż 5 minut 4 – związek zobojętniający kwasy 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 przednich bóli	0 – Nie 1 – Tak
18	Wcześniejszy ból związany z sercem	0 – Nie 1 – Tak
19	Wcześniejszy ból związany z zawałem serca	0 – Nie 1 – Tak
20	Wcześniejszy ból związany z chorobą niedokrwienną serca	0 – Nie 1 – Tak
21	Zawał serca	0 – Nie 1 – Tak
22	Choroba niedokrwienna 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	Rzężenie	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

Tabela 2. Cechy w zbiorze danych

Sieć neuronowa zaimplementowana do rozwiązania problemu klasyfikacji liczy 5 warstw. Poniżej możemy zobaczyć wizualizację graficzną wykorzystanych warstw. Została ona wygenerowana przy użyciu narzędzia Graphviz2^[6].



Rysunek 34. Schemat warstw w sieci neuronowej modułu diagnostycznego

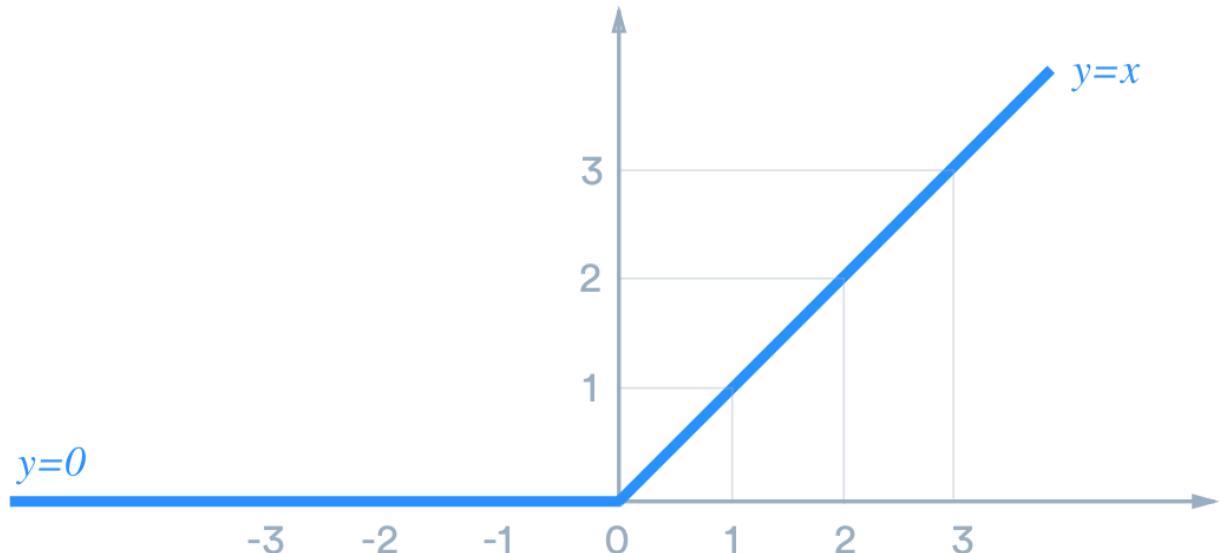
Pierwsza warstwa składa się z 59 neuronów. Kolejna z 13, następnie dwie warstwy po 8 neuronów oraz warstwa wyjściowa posiadająca 5 neuronów. Za utworzenie warstw modelu w aplikacji odpowiada fragment poniższego kodu.

```
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 35. 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.

5.12.1. Kompilacja modelu

Do komplikacji 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

5.12.2. Trening modelu

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

```
model.fit(X_train, Y_train, epochs=300, batch_size=12, validation_data=(X_test, Y_test))

model.evaluate(X_test, Y_test)
```

Listing 4. Trening modelu

5.12.3. Klasyfikacja konkretnego przypadku

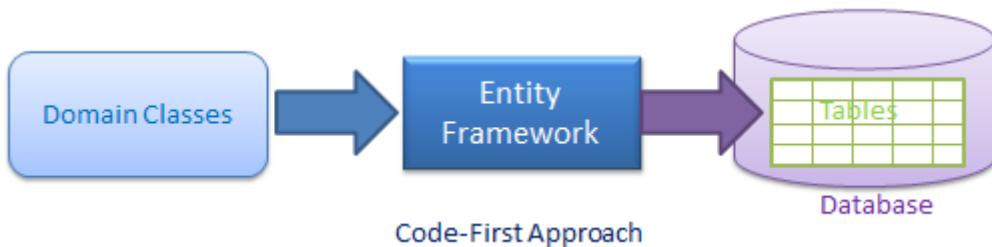
Wytrenowany model klasyfikuje rozpatrywane przypadki na zasadach klasyfikacji przybliżonej^[9]. Polega ona na podaniu przynależności do każdej z klas. Jest ona liczbą rzeczywistą z przedziału <0,1> gdzie 0 oznacza brak przynależności a 1 całkowitą przynależność. Odpowiada za to poniższa linia kodu:

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

Listing 5. Przykład predykcji

6. 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 36. 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")]
    public DateTime VisitDate { get; set; }
    [Display(Name = "Nazwa wizyty")]
    public string VisitName { get; set; }
    [Display(Name = "Cena")]
    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

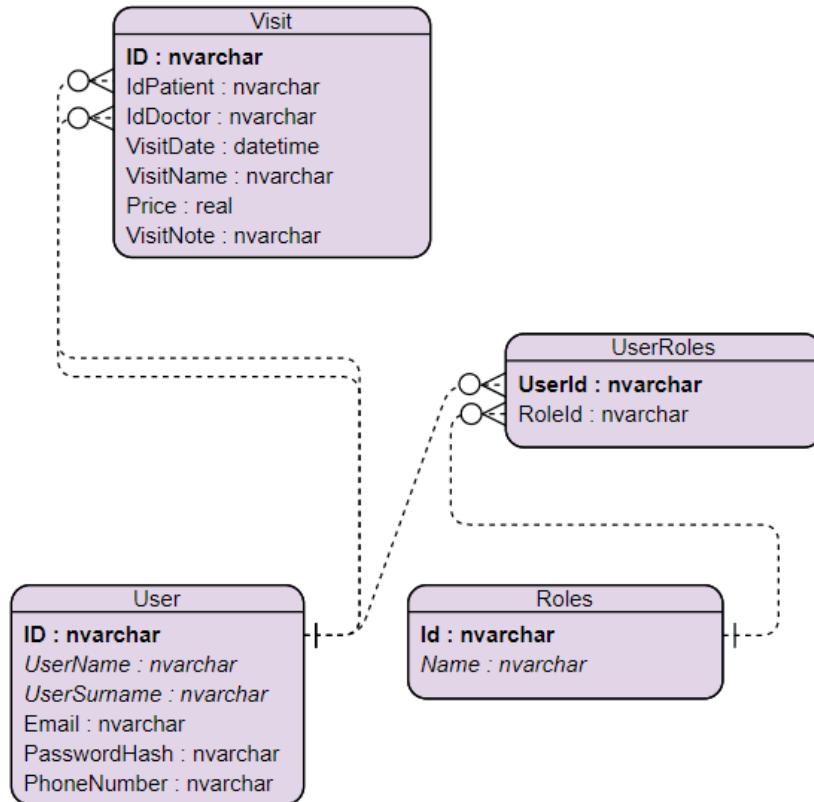
Powyższa tabela służy do przechowywania danych na temat wizyt odbywanych w klinice kardiologicznej.

6.1. 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 37. Diagram tabel i relacji w bazie danych

7. 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 wysyła-

nia wiadomości email wykorzystałem mój prywatny adres email. Domyślnie może być on zmieniony na dowolny inny adres email np. adres email kliniki kardiologicznej.

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

Spis rysunków

Rysunek 1 Strona główna - slider	11
Rysunek 2 Strona główna - pracownicy	11
Rysunek 3 Strona główna - sprzęt	12
Rysunek 4 Strona o nas - historia kliniki	12
Rysunek 5 Strona o nas - zespół	13
Rysunek 6 Strona o nas - lokalizacja	13
Rysunek 7 Cennik	14
Rysunek 8 Menu użytkownika	15
Rysunek 9 Rejestracja w systemie	16
Rysunek 10 Logowanie do systemu	16
Rysunek 11 Raporty - zakres dat	17
Rysunek 12 Raporty - wykres	18
Rysunek 13 Wizyty u lekarzy - dostępni lekarze	18
Rysunek 14 Wizyty u lekarzy - opcje	19
Rysunek 15 Wizyty u lekarzy - zapis na nową wizytę	19
Rysunek 16 Wizyty u lekarzy - szczegółowe dane wybranego lekarza	20
Rysunek 17 Zarządzanie wizytami - lista wizyt	20
Rysunek 18 Zarządzanie wizytami - tworzenie nowej wizyty	21
Rysunek 19 Zarządzanie wizytami - edycja istniejącej wizyty	22
Rysunek 20 Zarządzanie wizytami - szczegółły wizyty	22
Rysunek 21 Przykład jednego z dokumentów dostępnych do pobrania	23
Rysunek 22 Formularz kontaktowy	24
Rysunek 23 Reset hasła - wprowadzenie adresu email	26
Rysunek 24 Reset hasła - potwierdzenie wysłania wiadomości email	26
Rysunek 25 Resetowanie hasła - wiadomość email zawierająca link do zresetowania hasła ..	26
Rysunek 26 Resetowanie hasła - formatka do resetu hasła	27
Rysunek 27 Resetowanie hasła - potwierdzenie powodzenia operacji resetu hasła	27
Rysunek 28 Zmiana hasła - formatka do zmiany hasła	28
Rysunek 29 Kalendarz wizyt	29
Rysunek 30 Zarządzanie użytkownikami - lista użytkowników systemu	30
Rysunek 31 Zarządzanie użytkownikami - edycja użytkownika	31

Rysunek 32 Zarządzanie użytkownikami - szczegóły konkretnego użytkownika.....	31
Rysunek 33 Zarządzanie użytkownikami - tworzenie konta nowego użytkownika	32
Rysunek 34 Schemat warstw w sieci neuronowej modułu diagnostycznego	38
Rysunek 35 Matematyczna definicja funkcji relu ^[8]	39
Rysunek 36 Diagram technologii Code First ^[2]	40
Rysunek 37 Diagram tabel i relacji w bazie danych	42

Spis tabel

Tabela 1 Klasy w zbiorze danych	33
Tabela 2 Cechy w zbiorze danych.....	37

Spis listingów

Listing 1 Wysyłanie wiadomości email	25
Listing 2 Implementacja warstw sieci neuronowej	39
Listing 3 Kompilacja modelu.....	40
Listing 4 Trening modelu.....	40
Listing 5 Przykład predykcji	40
Listing 6 Model tabeli wizyt	41
Listing 7 Kod sql tabeli wizyt	41

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>
- [2] Technologia Code First <https://www.entityframeworktutorial.net/code-first/what-is-code-first.aspx>
- [3] Wygenerowanie mapy z lokalizacją <https://www.google.pl/maps/preview>
- [4] Biblioteka do generowania wykresów <https://www.chartjs.org>
- [5] Biblioteka wykorzystana do stworzenia kalendarza wizyt <https://dhtmlx.com/>
- [6] Graphviz2 <https://graphviz.gitlab.io/>
- [7] Softmax
https://www.statsoft.pl/textbook/glosfra_stat.html?https%3A%2F%2Fwww.statsoft.pl%2Ftexbook%2Fglosf.html
- [8] Relu <https://medium.com/@danqing/a-practical-guide-to-relu-b83ca804f1f7>
- [9] Klasyfikacja przybliżona <http://ipkm.polsl.pl/PROJEKTY/Klas/k001/klas/klas.htm>
- [10] Zawał serca prześnienny <http://disease-pl.helpster.in.ua/kardiologia/28314-przez%C5%9Bcienny-zawa%C5%82-serca-objawy-leczenie.html>
- [11] Zawał serca podwsierdziowy
https://pl.wikipedia.org/wiki/Zawa%C5%82_mi%C4%99%C5%9Bnia_sercowego
- [12] Choroba niedokrwienna serca <https://www.medme.pl/choroby/choroba-niedokrwienna-serca,79.html>
- [13] Choroba niedokrwienna Prinzmetała https://pl.wikipedia.org/wiki/Angina_Prinzmetała
- [14] Visual Studio https://pl.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Visual_Studio
- [15] Visual Studio Code https://pl.wikipedia.org/wiki/Visual_Studio_Code
- [16] Microsoft Word https://pl.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Word
- [17] Microsoft SQL Server https://pl.wikipedia.org/wiki/Microsoft_SQL_Server
- [18] ASP NET CORE https://pl.wikipedia.org/wiki/.Net_Core
- [19] Entity Framework Core https://en.wikipedia.org/wiki/Entity_Framework
- [20] Python <https://pl.wikipedia.org/wiki/Python>
- [21] Keras <https://keras.io/>
- [22] C# https://pl.wikipedia.org/wiki/C_Sharp