



WYDZIAŁ ELEKTRONIKI,
TELEKOMUNIKACJI
I INFORMATYKI

Imię i nazwisko studenta: Jakub Warzyński

Nr albumu: 165550

Poziom kształcenia: Studia drugiego stopnia

Forma studiów: stacjonarne

Kierunek studiów: Informatyka

Specjalność: Aplikacje rozproszone i systemy internetowe

PRACA DYPLOMOWA MAGISTERSKA

Tytuł pracy w języku polskim: Baza danych mikroflory jelitowej w grupie pacjentów z chorobami wątroby oraz powracających z krajów tropikalnych.

Tytuł pracy w języku angielskim: Database of intestine microflora in patients with liver illness and those returning from tropical countries.

Opiekun pracy: dr hab. inż. Marcin Kulawiak

Data ostatecznego zatwierdzenia raportu podobieństw w JSA:

OŚWIADCZENIE dotyczące pracy dyplomowej zatytułowanej:
Baza danych mikroflory jelitowej w grupie pacjentów z chorobami
wątroby oraz powracających z krajów tropikalnych.

Imię i nazwisko studenta: Jakub Warzyński

Data i miejsce urodzenia: 25.11.1997, Kołobrzeg

Nr albumu: 165550

Wydział: Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki

Kierunek: informatyka

Poziom kształcenia: drugi

Forma studiów: stacjonarne

Typ pracy: praca dyplomowa magisterska

Świadomy(a) odpowiedzialności karnej z tytułu naruszenia przepisów ustawy z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych (t.j. Dz. U. z 2019 r. poz. 1231, z późn. zm.) i konsekwencji dyscyplinarnych określonych w ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (t.j. Dz. U. z 2020 r. poz. 85, z późn. zm.),¹ a także odpowiedzialności cywilnoprawnej oświadczam, że przedkładana praca dyplomowa została opracowana przeze mnie samodzielnie.

Niniejsza praca dyplomowa nie była wcześniej podstawą żadnej innej urzędowej procedury związanej z nadaniem tytułu zawodowego.

Wszystkie informacje umieszczone w ww. pracy dyplomowej, uzyskane ze źródeł pisanych i elektronicznych, zostały udokumentowane w wykazie literatury odpowiednimi odnośnikami zgodnie z art. 34 ustawy o prawie autorskim i prawach pokrewnych.

28.09.2021, Jakub Warzyński

Data i podpis lub uwierzytelnienie w portalu uczelnianym Moja PG

**) Dokument został sporządzony w systemie teleinformatycznym, na podstawie §15 ust. 3b Rozporządzenia MNiSW z dnia 12 maja 2020 r. zmieniającego rozporządzenie w sprawie studiów (Dz.U. z 2020 r. poz. 853). Nie wymaga podpisu ani stempla.*

STRESZCZENIE

Systemy geoinformatyczne są rozwiązaniami technologicznymi które znajdują szerokie zastosowanie w dziedzinie medycyny. Pozwalają one na analizę informacji dotyczących poszczególnych schorzeń w kontekście globalnym, co przekłada się lepsze zrozumienie natury problemu i w efekcie opracowanie lepszej metodyki jego zwalczania. Znaleźć można wiele gotowych systemów powiązujących wybrane dolegliwości z danymi geograficznymi, jednak większość z nich jest bardzo wyspecjalizowana i brak w nich możliwości dostosowania pod inny problem. Z tego powodu przedstawiciele Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego oraz Uniwersyteckiego Centrum Klinicznego w Trójmieście zgłosili się z prośbą do Politechniki Gdańskiej o realizację takiego systemu i przekazanie licencji na jego użytkowanie do Uniwersyteckiego Centrum Medycyny Morskiej i Tropikalnej w Gdyni.

Jako że docelowymi użytkownikami systemu mają być osoby o różnym stopniu zaawansowania technicznego, korzystanie z niego powinno nie wymagać dużej wiedzy co do obsługi systemów komputerowych. Z tego powodu podjęto decyzję, na podstawie której system został zrealizowany w postaci sieciowej aplikacji przeglądarkowej która zostanie wdrożona na serwerze w szpitalu UCK. Aplikacja pozwala uprzywilejowanym użytkownikom na wykonywanie operacji na bazie danych schorzeń oraz zestawianiu tych danych z konkretnymi pacjentami powracającymi z krajów tropikalnych. Kluczową funkcjonalnością systemu jest możliwość przedstawienia pacjentów z wyszczególnionymi dolegliwościami na mapie świata na podstawie celi ich podróży.

Wszystkie narzucone wymagania projektowe zrealizowane. Aplikacja posiada system kont użytkowników o różnych poziomach uprzywilejowania wraz z panelem administracyjnym pozwalającym administratorom na zarządzanie nimi. System pozwala na podgląd, filtrowanie, pobieranie w popularnych formatach, dodawanie, edytowanie oraz usuwanie rekordów dotyczących wybranych schorzeń, takich jak grzyby, pasożyty, bakterie czy wirusy, leków, szczepień i badań laboratoryjnych oraz danych dotyczących poszczególnych wywiadów medycznych z pacjentami. Te ostatnie można przedstawić na mapie świata w postaci kartogramu, co pozwala na łatwe rozpoznanie rejonów na świecie będących najbardziej narażonymi na badaną dolegliwość.

Słowa kluczowe: geoinformatyka, medycyna, analiza geoprzestrzenna.

Dziedzina nauki i techniki, zgodnie z wymogami OECD: 1.2 Nauki o komputerach i informatyka

ABSTRACT

Geographic Information systems are technological solutions that are widely used in the field of medicine. They allow for data analysis regarding specific afflictions in a global context, what in turn can result in better understanding of the heart of the problem and in effect contribute to the development of better methodology of battling with it. There are many systems which allow for comparing specific diseases with geographical data, however most of them are very specific in nature and they lack the ability of adjustment to another problem. For that reason the representatives of Medical University of Gdańsk and University Clinical Center in Tricity have turned to Gdańsk University of Technology with a request to develop such a system and transfer the license for its usage to the Center of Marine and Tropical Medicine in Gdynia.

As the target users of the system are supposed to be people with different technical skill level, its usage should not require a lot of knowledge in computer systems use. For that reason a decision was made that the system will be realised in form of a browser network application which will be implemented on a server in a UCK hospital. The application lets an authorized user to perform operations on a afflictions data base and connect this data with specific patients coming back from tropical countries. The key functionality of the system is the ability to represent patients with specific diseases on a world map in form of a choropleth map based on their travels destinations.

All imposed requirements have been fulfilled. The application has a user accounts system with different levels of privileges together with an administrator panel, which lets the administrators to manage them. The system allows for viewing, filtering, downloading in popular formats, inserting, editing and deleting of records regarding selected afflictions, such as fungi, parasites, bacteria or viruses, medicines, vaccines, laboratory tests, and patients' medical examinations data. The latter ones can be presented on a world map in form of choropleth map, which allows for an easy diagnosis of the world regions being the most exposed to the tested illness.

Keywords: geoinformatics, medicine, geospatial analysis

Field of Science and Technology, as required by OECD: 1.2 Computer and information sciences

SPIS TREŚCI

STRESZCZENIE	3
ABSTRACT	6
WYKAZ WAŻNIEJSZYCH OZNACZEŃ I SKRÓTÓW	9
1. Wstęp i cel pracy	9
2. Przegląd podobnych rozwiązań	11
2.1 Centers for Disease Control and Prevention	11
2.2 COVID-19 Dashboard by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University (JHU)	12
2.3 World Health Organization	13
2.4 Podsumowanie	16
3. Specyfikacja wymagań systemowych	16
3.1. Udziałowcy	16
3.2. Cele systemu	17
3.2.1. Cele biznesowe	17
3.2.2. Cele funkcjonalne	17
3.3. Użytkownicy	17
3.4. Komponenty systemu	18
3.4.1. Komponenty sprzętowe	18
3.4.2. Komponenty programowe	18
3.5. Wymagania funkcjonalne	19
3.6. Wymaganie jakościowe	19
3.7. Wymagania dodatkowe	20
3.8. Przypadki użycia	20
4. Projekt Systemu	22
4.1 Architektura systemu	22
4.2 Projekt warstwy danych	23
4.3 Projekt warstwy logiki biznesowej	26
4.3.1. Klasy ORM	28
4.3.2. Klasy widoków	29

4.3.3. Obsługa badań i wywiadów medycznych.....	31
4.4 Projekt interfejsu użytkownika	33
5. Testy systemu.....	39
5.1 Testy wydajnościowe.....	40
5.2 Testy akceptacyjne.....	46
5.2.1. Opis przebiegu testów akceptacyjnych	46
5.2.2. Prezentacje przypadków użycia.....	47
5.2.3. Przypadek użycia – tworzenie nowego konta użytkownika	47
5.2.4. Przypadek użycia – przedstawienie konkretnych wywiadów medycznych na mapie świata	51
5.2.5. Przypadek użycia – pobranie rekordów do pliku.....	55
5.2.6. Przypadek użycia – dodanie rekordu	56
5.2.7. Przypadek użycia – usunięcie rekordu.....	58
5.2.8. Przypadek użycia – edycja rekordu	60
6. Podsumowanie	62
WYKAZ LITERATURY	65
WYKAZ RYSUNKÓW.....	66
WYKAZ TABEL	67

WYKAZ WAŻNIEJSZYCH OZNACZEŃ I SKRÓTÓW

- UCK – Uniwersyteckie Centrum Kliniczne
- DBMS – Database Management System

1. Wstęp i cel pracy

Wykorzystanie technologii informatycznych w medycynie, zarówno w lecznictwie jak i obszarach badawczych, jest w czasach dzisiejszych praktyką pospolitą przynoszącą dużo korzyści, zarówno dla pacjentów jak i dla środowiska lekarskiego. Pozwalają one zapewnić chorym lepszy stopień opieki lekarskiej, poprzez automatyzację biurokracji, wprowadzenie specjalistycznych urządzeń medycznych oraz poszerzenie ogólnej wiedzy z dziedziny medycyny co przekłada się na rozwój lepszych metod leczenia i prewencji. Jednymi z takich zastosowań są systemy geoinformatyczne, pozwalające na analizę danych dotyczących występowania ognisk zakażeń w różnych miejscach na świecie, w celu efektywniejszego dostarczania pomocy chorym, spowalniania rozprzestrzeniania się epidemii poprzez ograniczanie przepływu ludzi przez miejsca narażone lub przynajmniej uczulaniu ich na istniejące zagrożenia, jak i pogłębienia wiedzy dotyczących danych patogenów, co pomoże w walce z nimi przy kolejnych ich wystąpieniach.

Celem pracy jest realizacja właśnie takiego systemu, przy współpracy z przedstawicielami Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego oraz Gdańskiego Uniwersyteckiego Centrum Klinicznego, a konkretnie jego placówki – Uniwersyteckiego Centrum Medycyny Morskiej i Tropikalnej w Gdyni. Byli oni głównymi akcjonariuszami systemu i dostarczali większość jego wymagań systemowych i pozasystemowych, w formie list wymogów, oraz kwestionariuszy przedstawianych pacjentom oraz lekarzom przeprowadzających badania, które miały zostać poddane cyfryzacji. System pozwala na zarządzanie bazą danych patogenów różnego rodzaju oraz pacjentów, przeprowadzanie analiz statystycznych na tych danych oraz eksport danych do popularnych formatów. Głównym wymogiem funkcjonalnym systemu jest możliwość przedstawienia wybranych danych dotyczących zakażeń występujących u konkretnej grupy pacjentów na mapie świata, co jest pomocnym narzędziem przy przeprowadzaniu analiz geoprzestrzennych.

Konieczność realizacji takiego systemu uwidacznia się w momencie przeglądu podobnych rozwiązań dostępnych na rynku. Znaleźć można rozwiązania zapewniające gotowe raporty i opracowania wraz z reprezentacją danych w postaci geograficznej, jednak nie posiadają one możliwości wprowadzenia własnych danych lub przeprowadzenia analizy na podstawie specyficznych kryteriów. O ile umożliwia to przestudiowanie konkretnych sytuacji w skali globalnej, to nie zapewnia to możliwości wglądu w sytuację dotyczącą lokalnej grupy pacjentów ani patogenów lub schorzeń nie będących głównym skupieniem światowych organizacji medycznych.

System jest przeznaczony do wdrożenia w Uniwersyteckim Centrum Medycyny Morskiej i Tropikalnej w Gdyni, przez co jego realizacja wiązała się z częstymi konsultacjami z

przedstawicielami środowiska lekarskiego, co przekładało się na konieczność elastyczności pracy i rozwiązań, przy uwzględnieniu konieczności otrzymania zatwierdzenia każdej jego części przez pracowników szpitala oraz wprowadzania poprawek zgodnych ze zgłoszonymi uwagami. Dodatkowym utrudnieniem był tu fakt prowadzenia prac podczas pandemii. Potrzeba przekazania licencji na użytkowanie systemu w placówce medycznej wiązała się z ograniczeniem do technologii opartych na otwarte licencje.

System postanowiono zrealizować w postaci aplikacji przeglądarkowej, której serwer znajdować się będzie w szpitalnej sieci komputerowej. Taka architektura pozwoli uniknąć wiele problemów związanych z wdrożeniem w środowisku szpitalnym niwelując potrzebę instalacji i zarządzania oprogramowaniem na poszczególnych urządzeniach, których zbiór w organizacji może ulegać zmianie. Dodatkowo środowisko przeglądarkowe z wysokim prawdopodobieństwem będzie wyglądało znajomo dla większości użytkowników, co przy zastosowaniu popularnych trendów z dziedziny projektowania interfejsów użytkownika będzie skutkowało niższym progiem wejścia w korzystanie z systemu, dzięki czemu będzie można uniknąć wykluczenia osób niedoświadczonych technicznie.

Ze względu na wybór architektury, wymaganie co do przekazania licencji oraz przewidziany stopień rozbudowania systemu zdecydowano się wykorzystać framework aplikacji internetowych Django do produkcji oprogramowania. Ułatwiło i przyspieszyło to realizację projektu informatycznego, jednak decyzja ta narzuciła pewne wymagania i gotowe schematy co do projektu klas i logiki biznesowej. Kolejnym ograniczeniem była nieznana polityka sieci szpitalnej co do otwartości na publiczne serwisy internetowe, co przekładało się na potrzebę dołączenia do przekazanego systemu wszystkich bibliotek języka JavaScript wykorzystywanych po stronie klienta bez możliwości pobierania ich na bieżąco z systemów CDN (ang. Content Delivery Network) które pozwoliłyby na pewne odciążenie serwera. Warto jednak zaznaczyć, że przewidywana ilość użytkowników nie będzie duża, przez co nakład pracy związany z pobieraniem plików JavaScript powinien być niezauważalny.

W pracy zaproponowano użycie różnych mechanizmów pozwalających zoptymalizować działanie strony. Omówiono zalety jak i wady danych rozwiązań oraz przeprowadzone zostały testy wydajnościowe w celu wyboru rozwiązania będącego najlepszym do realizacji narzuconych celów biznesowych. Ostateczne zatwierdzenie systemu zostało wydane przez przedstawicieli UCK po przejściu testów akceptacyjnych w ich obecności.

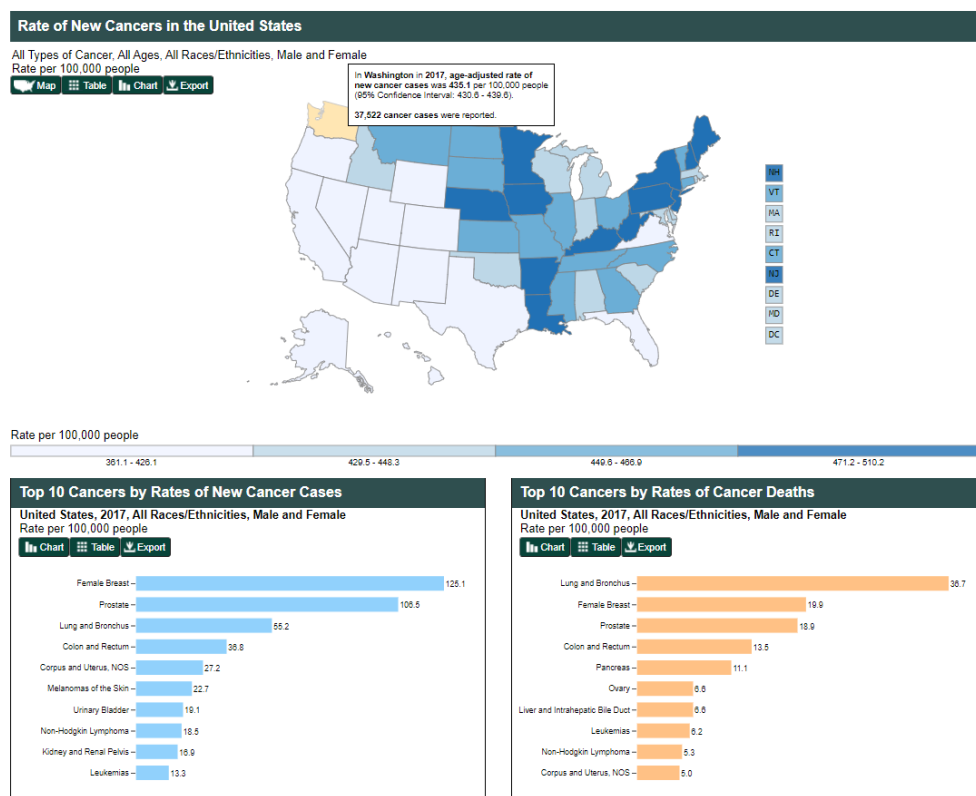
Wszystkie założenia projektowe zostały zrealizowane i przeszły testy akceptacyjne u klienta. W kolejnych rozdziałach omówione zostały podobne rozwiązania geoinformatyczne w medycynie, specyfikacja wymagań systemowych, takich jak udziałowcy systemu, cele biznesowe, użytkownicy i komponenty systemu oraz wszystkie wymagania funkcjonalne i jakościowe. Omówiony został także projekt systemu, począwszy od jego architektury i dalej wszystkie jego warstwy – warstwę danych, warstwę logiki biznesowej i projekt interfejsu użytkownika. Przedstawiono proces testowania systemu pod kątem optymalizacyjnym wraz z wnioskami które z niego wynikły oraz opisano, jak przebiegały testy akceptacyjne i jaki wpływ na nie miała panująca pandemia COVID-19.

2. Przegląd podobnych rozwiązań

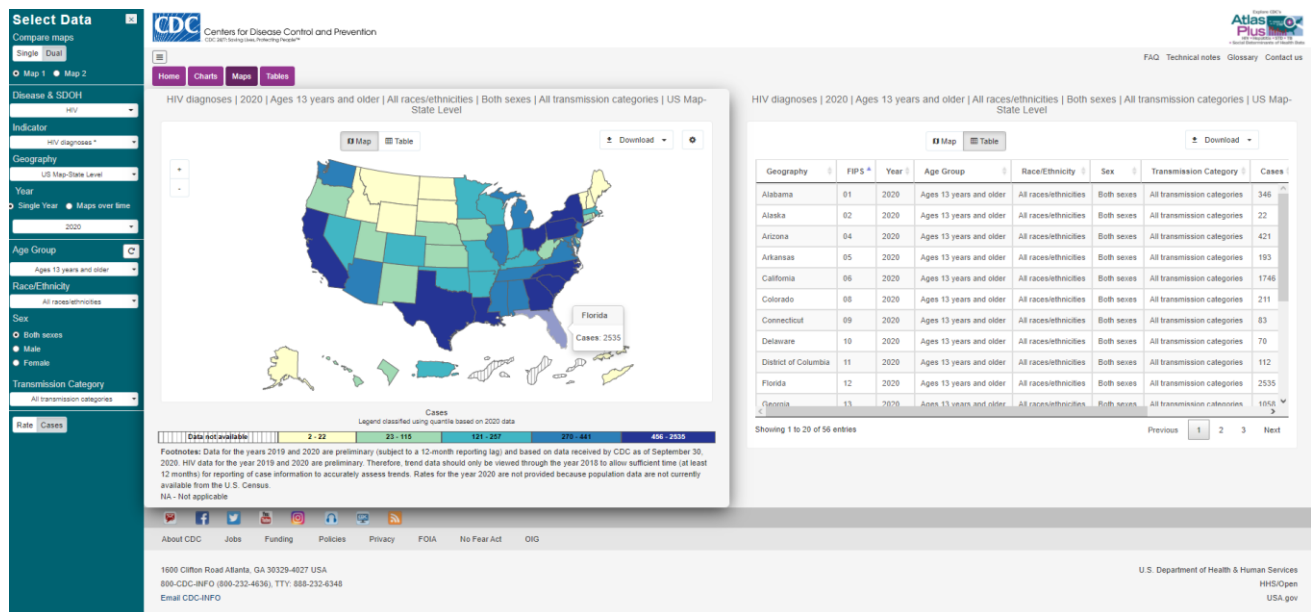
W rozdziale wymieniono i omówiono kilka wybranych ogólnodostępnych rozwiązań geoinformatycznych w medycynie. Zwrócono uwagę na dostępne dane i analizy, sposób i szczegółowość ich przedstawienia, oraz na elementy wspólne wymienionych rozwiązań. Przegląd posłużył do wstępnego zaprojektowania architektury systemu, jak i identyfikacji mniej oczywistych problemów i przeszkód wiążących się z realizacją narzuconych wymagań systemowych.

2.1 Centers for Disease Control and Prevention

Centers for Disease Control and Prevention (CDC) jest narodową agencją zdrowia Stanów Zjednoczonych. Jej głównym celem jest ochrona zdrowia i bezpieczeństwa poprzez kontrolę, prewencję i przeprowadzanie badań na temat chorób i uszczerbków na zdrowiu w USA i za granicą. Agencja prowadzi stronę internetową, na której zamieszczane są informacje dotyczące aktualnych epidemii na świecie, wiadomości o tematyce medycznej, raporty medyczne i artykuły naukowe o tematyce medycznej i wirusologicznej [1]. Po wybraniu przez użytkownika konkretnego schorzenia z menu znajdującego się w górnej części strony, prezentowane są informacje dotyczące tylko wybranej dolegliwości. Wśród zawartych raportów i narzędzi odnaleźć można liczne statystyki jak i ich graficzną reprezentację przedstawioną na mapach.



Rys. 1 - CDC - Dane dotyczące nowotworu w USA przedstawione na mapie Kraju [2]



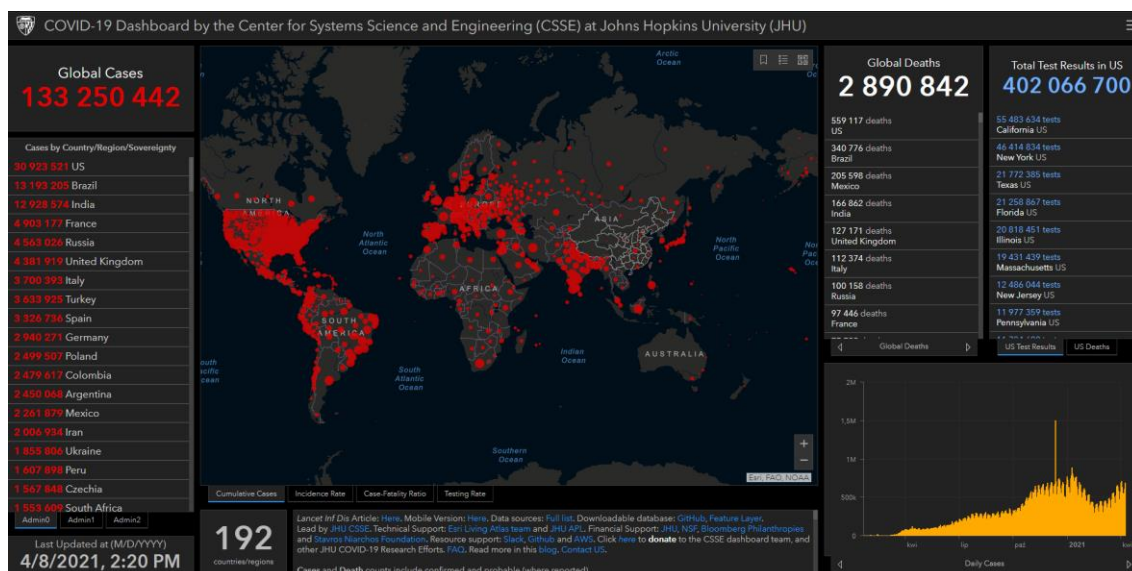
Rys. 2 - Dane dotyczące HIV w USA w roku 2020 przedstawione na mapie kraju i w tabelce [3]

Na rys.1 oraz rys.2 przedstawione zostały narzędzia znajdujące się na podstronach CDC, pozwalające na podgląd danych statystycznych dotyczących występowania kolejno nowotworów oraz HIV w Stanach Zjednoczonych, pogrupowanych według poszczególnych stanów.

Witryny dotyczące poszczególnych schorzeń są prowadzone przez oddzielne działy CDC. Skutkuje to niestety nieujednoliconymi projektami podstron i grupowaniami informacji, przez co nawigacja po stronie internetowej może być uciążliwa. Kolejnym minusem jest ograniczenie większości raportów i narzędzi do demografii USA, co sprawia że dla osoby zainteresowanej danymi dotyczącymi innych rejonów świata prezentowane materiały są niewystarczające.

2.2 COVID-19 Dashboard by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University (JHU)

Duża część rozwiązań geoinformatycznych w medycynie jest projektowana z myślą o jednym konkretnym przypadku użycia. Pandemia wirusa COVID-19 szczególnie wzbudziła zainteresowanie zbieraniem danych w celach analizy i zainspirowała wiele osób do zaimplementowania systemów śledzących powstawanie nowych ognisk zakażeń, jak i przedstawiania statystyk względem poszczególnych rejonów świata. Jednym z takich rozwiązań jest COVID-19 Dashboard zaprojektowany przez członków Center for System Science and Engineering (CSSE), wydziału na John Hopkins University w Stanach Zjednoczonych [4].



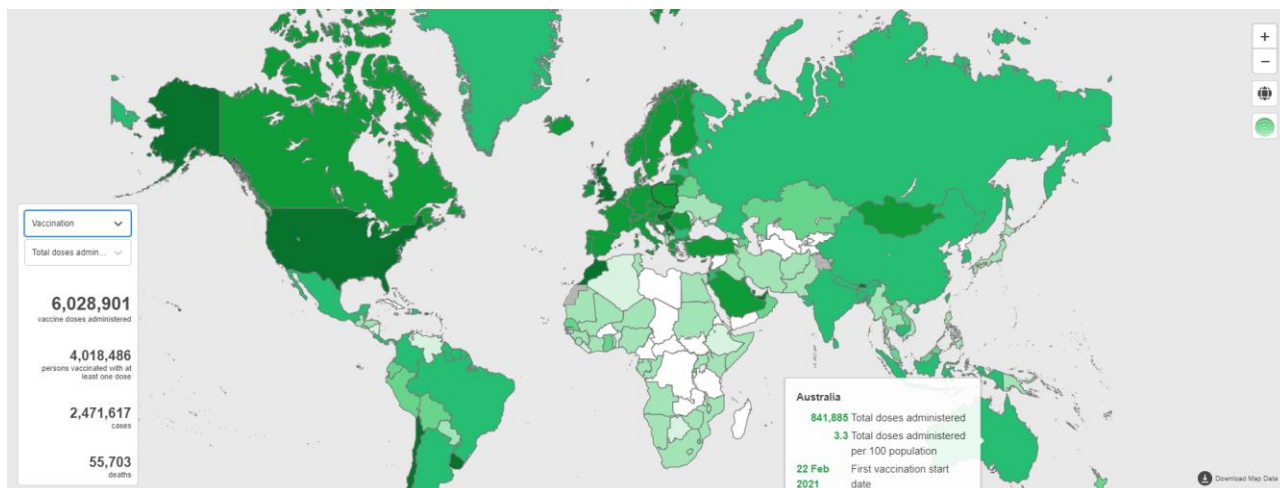
Rys. 3 - COVID-19 Dashboard [5].

Na rys. 3 przedstawiono dashboard, ogólnodostępny poprzez stronę internetową wydziału [5]. W centrum widoku znajduje się mapa świata, pod którą znajdują się opcje pozwalające na wyświetlenie na niej łącznych przypadków zakażeń, częstotliwości zakażeń, stosunku zakażeń do śmiertelności, oraz częstotliwości wykonywania testów obecności wirusa w organizmie (tylko dla Stanów Zjednoczonych). Użytkownik ma możliwość wyboru stylistyki mapy (dostępne opcje to między innymi widok nocny, satelitarny, lub z wyróżnieniem poszczególnych państw) oraz dowolnego przybliżania lub oddalania. Po lewej stronie znajdują się dane dotyczące globalnej ilości zgonów wskutek wirusa, razem z podziałem na poszczególne państwa (z możliwością wglądu w statystyki dotyczących poszczególnych stanów USA). W prawej części strony zamieszczone są informacje dotyczące światowych ilości zgonów i wyzdrowień, pogrupowane względem poszczególnych państw, liczba wykonanych testów na obecność COVID-19 w USA, pogrupowane względem stanów, oraz wykres przedstawiający dzienną liczbę zakażeń.

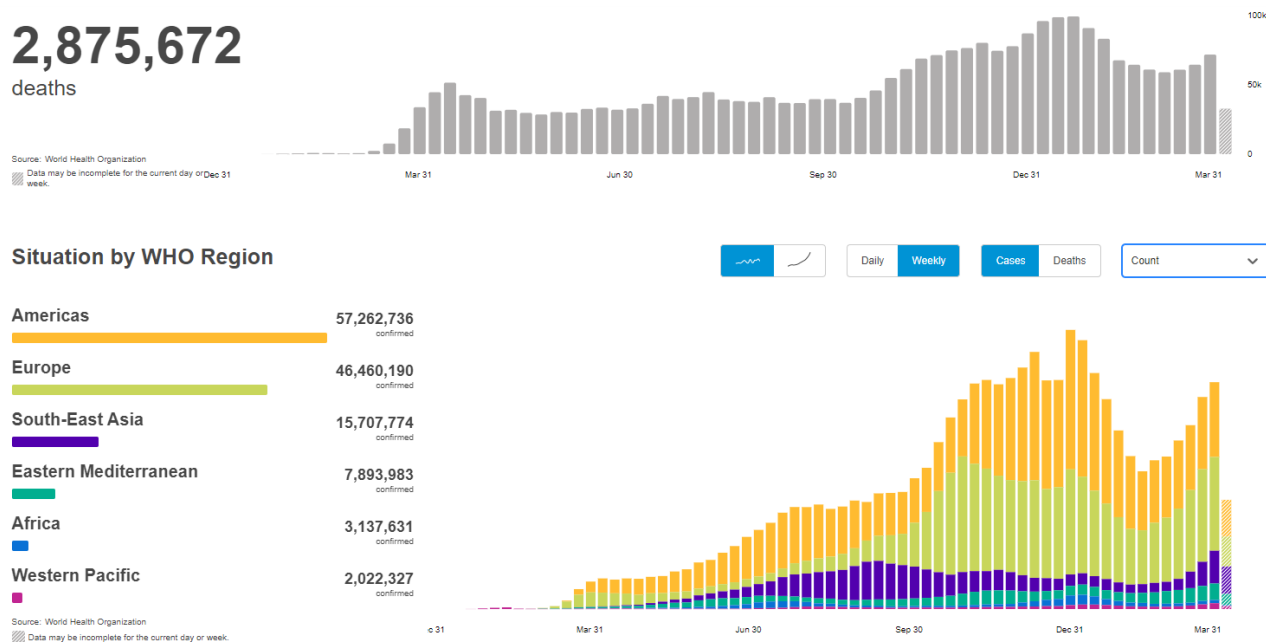
COVID-19 Dashboard jest bardzo rozbudowanym narzędziem do śledzenia stopnia rozprzestrzenienia się wirusa. Wszystkie dane przedstawione na stronie są udostępnione przez twórców na serwisie github [6].

2.3 World Health Organization

Światowa Organizacja Zdrowia prowadzi stronę internetową [7] na której zamieszczone są liczne informacje, wiadomości oraz raporty z dziedziny światowej medycyny. WHO jest najbardziej znaną organizacją zajmującą się sprawami zdrowotnymi oraz prowadzi swoją działalność na całym świecie, przez co mają dostęp do danych z większości rejonów świata. Na stronie można znaleźć interaktywne narzędzia pozwalające na przejrzanie konkretnych danych na mapie świata, jak i rozległą liczbę raportów prezentujących liczne statystyki w postaci wykresów i map ciepłych.



Rys. 4 - Coronavirus disease (COVID-19) Situation dashboard – mapa świata [8].



Rys. 5 - Coronavirus disease (COVID-19) situation dashboard – wykresy [8]

Na rys. 4 i rys. 5 przedstawiono jedno z takich narzędzi – panel dotyczący wirusa COVID-19. Użytkownik ma możliwość wyboru informacji przestawianych na mapie (ilość zarażeń, ilość zgonów, najpowszechniejszy rodzaj transmisji wirusa, oraz ilość szczepień) względem poszczególnych państw. Po lewej stronie mapy zamieszczone są informacje globalne dotyczące wybranej opcji. Dodatkowo pod mapą znajdują się wykresy, przedstawiające liczbę zakażeń i zgonów we wszystkich rejonach i państwach świata.

Annex 2 – B. Regional profile: Central Africa

EPIDEMIOLOGY

Population at risk: 168 million

Parasites: *P. falciparum* (100%)

Vectors: *An. arabiensis*, *An. funestus*, *An. gambiae*, *An. hancocki*, *An. melas*, *An. moucheti*, *An. Nili* and *An. pharoensis*

FUNDING, 2010–2016

Increased from US\$ 251.7 million in 2010 to US\$ 303.6 million in 2016 (21% increase)

Proportion of domestic source in 2016: 5%

Regional funding mechanisms: none

INTERVENTIONS, 2010–2016

Countries with ≥50% access to either LLINs or IRS in 2016:

All countries except Angola, Congo, Equatorial Guinea and Gabon

Number of RDTs distributed in 2016: 33.8 million

Number of ACT courses distributed in 2016: 32.1 million

REPORTED CASES AND DEATHS, 2010–2016

Cases (confirmed): Increased from 6.3 million in 2010 to 31.7 million in 2016 (404% increase)

Deaths: Increased from 40 000 in 2010 to 64 000 in 2016 (58% increase)

ESTIMATED CASES AND DEATHS, 2010–2016

Cases: Decreased from 43.7 million in 2010 to 38.3 million in 2016 (12% decrease)

Deaths: Decreased from 137 000 in 2010 to 88 000 in 2016 (36% decrease)

ACCELERATION TO ELIMINATION

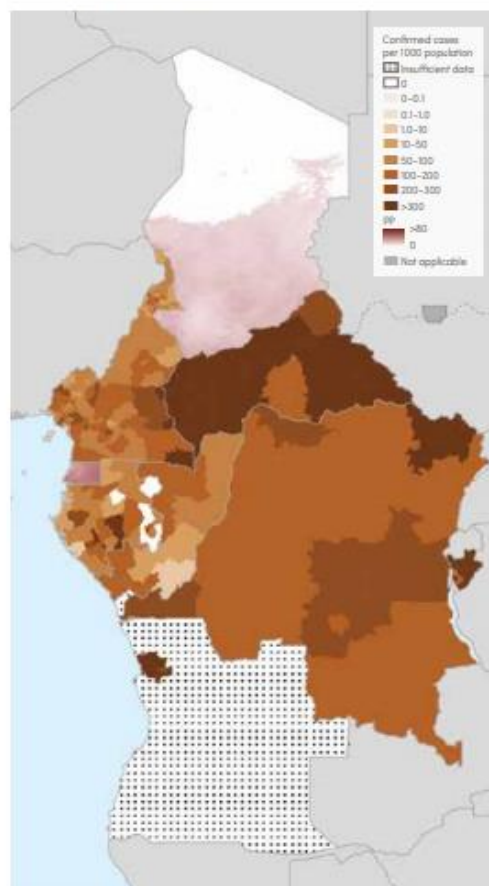
Countries with elimination programmes: no country

Zero indigenous cases for 3 consecutive years: no country

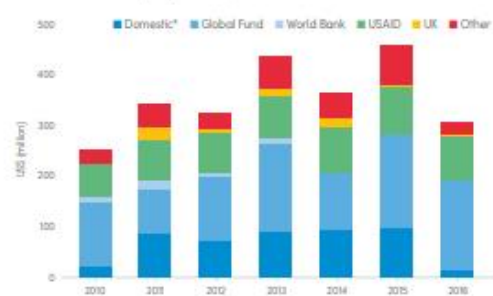
Zero indigenous cases in current year: no country

Certification in progress: no country

A. Confirmed malaria cases per 1000 population/parasite prevalence (PP), 2016



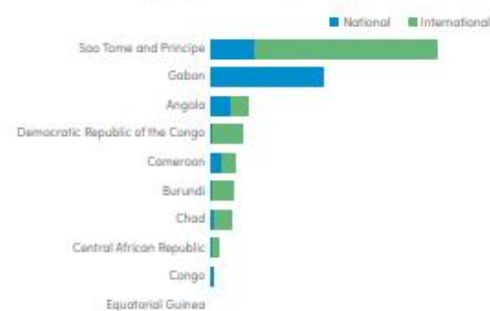
B. Malaria funding by source, 2010–2016



Global Fund, Global Fund to Fight AIDS, Tuberculosis and Malaria; UK, United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland; USAID, United States Agency for International Development

* Excludes patient service delivery costs and out-of-pocket expenditure

C. Malaria funding* per person at risk, average 2014–2016



* Excludes cost related to health staff and out-of-pocket expenditure

Rys. 6 - Raport WHO dotyczący stanu epidemiologicznego malarii w Afryce Centralnej [9].

Oprócz narzędzi interaktywnych, na stronie znajduje się także duża liczba raportów sporządzonych przez ekspertów. Zamieszczone w nich są szczegółowe informacje dotyczące omawianego zagadnienia, przedstawione na wykresach oraz na mapach. Na rys. 6 zamieszczona

została jedna ze stron z raportu dotyczącego sytuacji epidemiologicznej malarii na świecie przedstawiających sytuację w Afryce Centralnej. Widać na niej mapę cieplną rejonu, podzieloną na komórki odpowiadające poszczególnym regionom, wraz z wykresami przedstawiające ilość funduszy przeznaczonych na walkę z chorobą (ilość ogólną oraz ilość na osobę w strefie ryzyka).

2.4 Podsumowanie

Przedstawione rozwiązania są bogatymi źródłami informacji z dziedziny epidemiologii. Pozwalają one na wgląd w szczegółowe dane, które przedstawione zostały w postaci licznych wykresów oraz informacji na mapach, co ułatwia ich przyswojenie, analizę i wyciągnięcie z nich wniosków. Niestety wszystkie wskazane implemenetacje wykazują pewne problemy. Największym z nich jest brak uniwersalności. Do dyspozycji są jedynie gotowe raporty, sporządzone przez osoby trzecie. W momencie, w którym grupa osób chciałaby dokonać analizy danych zebranych własnoręcznie, wymienione wcześniej narzędzia nie nadawałyby się do przeprowadzenia takich działań. Dodatkowo, wszystkie wymienione organizacje zajmują się tylko wybranymi przypadkami schorzeń, zaś uwidacznia się w ich repozytoriach brak materiałów dotyczących bardziej szczególnych przypadków, jak na przykład przypadki zainfekowań pasożytem o konkretnym gatunku i subtypie. Kolejną wadą rozwiązań jest ich skupienie na jednym konkretnym przypadku, co wymusza zapoznanie się z dużą ilością narzędzi, znajdujących się pod różnymi witrynami oraz z różnymi interfejsami graficznymi w przypadku, w którym istnieje potrzeba przeprowadzenia analizy danych dotyczących wielu schorzeń jednocześnie. Dodatkowo nie wszystkie zawarte informacje odnoszą się do stanu globalnego, a jedynie skupiają się na poszczególnych rejonach świata.

Wynika z tego potrzeba zaprojektowania rozwiązania, które pozwalałoby zaagregować różne dane, niezależnie od ilości i rodzajów schorzeń, i przedstawić je na mapie świata w sposób jednolity, bez potrzeby używania wielu narzędzi i nauki nowych interfejsów i ich obsługi przez użytkowników.

3. Specyfikacja wymagań systemowych

Wszystkie wymagania systemowe i biznesowe zostały zapewnione przez przedstawicieli Uniwersyteckiego Centrum Klinicznego w sposób bezpośredni, lub pośrednio poprzez dostarczone formularze z wywiadów medycznych z pacjentami, które należało poddać cyfryzacji. Dodatkowe wymagania dotyczące korzystania z systemu wynikają z potrzeby uwzględnienia faktu, że system będzie użytkowany przez osoby, które nie koniecznie muszą posiadać duże doświadczenie techniczne.

3.1. Udziałowcy

Udziałowiec:	Uniwersyteckie Centrum Kliniczne
Opis:	Zleceniodawca projektu

Udziałowiec:	Lekarze z Uniwersyteckiego Centrum Klinicznego
--------------	--

Opis:	Docelowi użytkownicy systemu
-------	------------------------------

Udziałowiec:	Zespół projektowy
Opis:	Osoba pracująca nad rozwojem systemu

3.2. Cele systemu

3.2.1. Cele biznesowe

Cel:	Umożliwienie przeprowadzenia analizy statystycznej na danych dotyczących pacjentów
Opis:	Zapewnienie funkcjonalności pozwalających na przeprowadzenie analizy dotyczących pacjentów i wszelakich patogenów, ciał obcych i dolegliwości u nich wykrytych, oraz powiązanie tych informacji z lokalizacjami geograficznymi.

3.2.2. Cele funkcjonalne

Cel:	Umożliwienie zarządzania bazą danych patogenów, ciał obcych i znanych dolegliwości
Opis:	Agregacja informacji dotyczących patogenów, ciał obcych i znanych dolegliwości wraz z możliwością manipulacji na nich oraz ich przeglądania z zastosowanymi filtrami.

Cel:	Umożliwienie zarządzania bazą danych pacjentów
Opis:	Agregacja informacji dotyczących pacjentów szpitala wraz z możliwością manipulacji na nich oraz ich przeglądania z zastosowanymi filtrami.

Cel:	Umożliwienie zarządzania bazą danych wywiadów medycznych z pacjentami
Opis:	Agregacja informacji dotyczących wywiadów medycznych z pacjentami wraz z możliwością manipulacji na nich oraz ich przeglądania z zastosowanymi filtrami.

3.3. Użytkownicy

Użytkownik:	Stażysta
-------------	----------

Opis:	Osoba przeprowadzająca staż lub szkolenia w szpitalu, posiadająca dostęp do przeglądania danych zawartych w systemie, ale nie do manipulacji na nich.
-------	---

Użytkownik:	Lekarz
Opis:	Osoba posiadająca pełny dostęp do danych medycznych zawartych w systemie

Użytkownik:	Administrator
Opis:	Osoba posiadająca pełny dostęp do wszystkich danych zawartych w systemie oraz możliwość zarządzania jego użytkownikami.

3.4. Komponenty systemu

3.4.1. Komponenty sprzętowe

Komponent:	Serwer główny
Opis:	Główny serwer służący do utrzymania systemu.

Komponent:	Maszyny klienckie
Opis:	Komputery osobiste i mobilne użytkowników z możliwością uruchomienia przeglądarki internetowej.

3.4.2. Komponenty programowe

Komponent:	Baza danych
Opis:	Baza danych zawierająca informacje dotyczące znanych patogenów, ciał obcych, schorzeń leków oraz badań morfologicznych, pacjentów szpitala wraz z ich wywiadami medycznymi, oraz użytkowników systemu

Komponent:	System autoryzacji
Opis:	Komponent odpowiedzialny za rejestrowanie, logowanie i autoryzowanie użytkowników systemu.

Komponent:	Interfejs użytkownika
Opis:	Interfejs dla użytkowników systemu, zrealizowany w postaci strony w przeglądarce internetowej.

3.5. Wymagania funkcjonalne

Wymaganie:	Zarządzanie danymi w systemie
Opis:	Umożliwienie wykonywania operacji CRUD na danych w systemie.

Wymaganie:	Przedstawienie danych dotyczących wywiadów medycznych pacjentów na mapie świata
Opis:	Przedstawienie wybranych rekordów dotyczących wywiadów medycznych pacjentów na mapie świata w postaci kartogramu.

Wymaganie:	Filtrowanie danych zawartych w systemie
Opis:	Zaawansowane opcje filtrowania informacji zawartych w systemie pozwalające na szczegółową analizę w zależności od różnych czynników.

Wymaganie:	Sortowanie wyświetlanych danych
Opis:	Możliwość posortowania wyświetlanych danych na podstawie wybranych kolumn.

Wymaganie:	Pobranie danych zawartych w systemie
Opis:	Możliwość pobrania wyświetlanych danych przy zaaplikowanych filtrach i opcjach sortowania w formacie CSV.

Wymaganie:	Zarządzanie użytkownikami
Opis:	Administrator musi być w stanie zarządzać użytkownikami w systemie poprzez ich tworzenie i usuwanie.

Wymaganie:	Logowanie użytkowników
Opis:	Zalogowanie użytkownika i nadanie mu adekwatnych uprawnień.

3.6. Wymagania jakościowe

Wymaganie:	Przejrzysty graficzny interfejs użytkownika
Opis:	Jako że system ma być obsługiwany przez osoby nie posiadające dużego doświadczenia technicznego, konieczne jest dostarczenie interfejsu graficznego skonstruowanego z naciskiem na prostotę użytkowania i przejrzystość

	prezentowania informacji oraz możliwości zapewnionym zalogowanym użytkownikom.
--	--

Wymaganie:	Prostota dostępu do systemu
Opis:	Użytkownik powinien być w stanie dostać się do systemu w jak najmniejszej ilości kroków, bez potrzeby uruchamiania na komputerze żadnych zależności.

3.7. Wymagania dodatkowe

Wymaganie:	Elastyczność wytwarzania systemu
Opis:	Proces wytwarzania systemu musiał być elastyczny i przygotowany na zmiany wymagań narzucone przez przedstawicieli zlecniodawcy w trakcie jego implementacji.

Wymaganie:	Zastosowanie rozwiązań OpenSource
Opis:	Z racji przekazania licencji do użytkowania systemu szpitalowi Uniwersyteckiego Centrum Klinicznego nie można wykorzystać płatnych rozwiązań komercyjnych ani rozwiązań darmowych bez gwarancji bezpieczeństwa.

Wymaganie:	Realizacja systemu w postaci aplikacji sieciowej
Opis:	System powinien być aplikacją działającą w szpitalnej sieci komputerowej, do której dostęp miałoby wielu użytkowników jednocześnie z własnych komputerów.

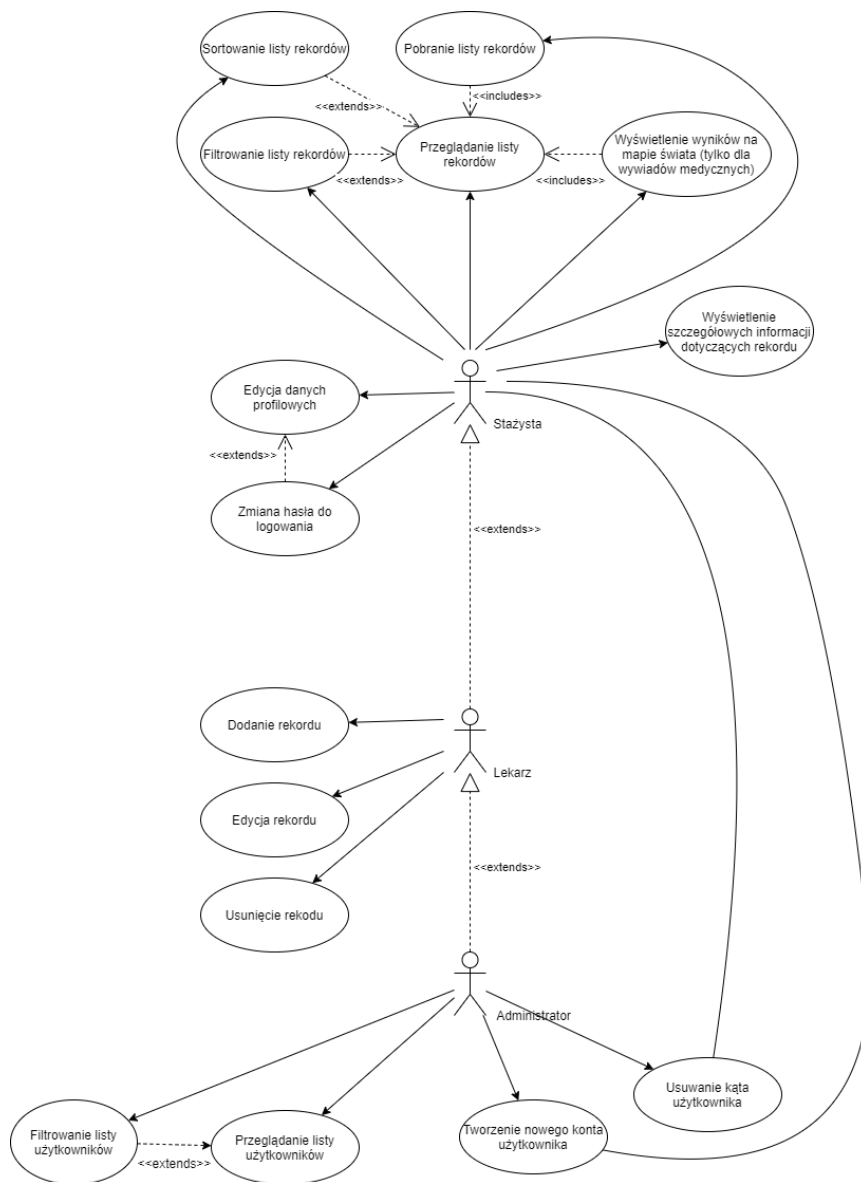
3.8. Przypadki użycia

Na rys. 7 przedstawiony został diagram przypadków użycia. W jego centrum znajduje się trzech aktorów, którzy kolejno rozszerzają swoje przywileje. Są to reprezentacje użytkowników, o których wspomniano w rozdziale 3.3 Użytkownicy i przedstawiają one kolejno:

- Stażysta – posiada możliwość edycji swoich danych profilowych, poprzez co może także zmienić hasło, którym loguje się do systemu. Może także wyświetlić listę konkretnych rekordów, z opcjonalną możliwością przefiltrowania lub posortowania ich. Na tej podstawie może on pobrać wyniki na swój komputer lub, jeżeli przeglądane rekordy odnoszą się do wywiadów medycznych, wyświetlić wyniki na mapie świata.

- Lekarz – rozszerza możliwości stażysty poprzez dodatkowe uprawnienia do modyfikowania bazy danych, poprzez dodawanie, edycję albo usuwanie rekordów.
- Administrator – rozszerza możliwości lekarza poprzez dodatkowe uprawnienia do wyświetlania, usuwania oraz dodawania użytkowników w systemie.

Na diagramie pojęcie rekordu dotyczy się konkretnych klas biznesowych w systemie, na których operowanie jest na tyle zbliżone do siebie, że nie było potrzeby wydzielenia oddzielnych elementów reprezentujących przypadki ich użycia. Jedynym wyjątkiem były wywiady medyczne i badania pacjentów, które w odróżnieniu od pozostałych rekordów można przedstawić na mapie świata w postaci kartogramu. Zostało to przedstawione na diagramie jako oddzielny przypadek użycia wraz ze stosownym komentarzem, mówiącym, że dana sytuacja nie dotyczy się wszystkich rekordów znajdujących się w systemie które są przedstawiane użytkownikowi.



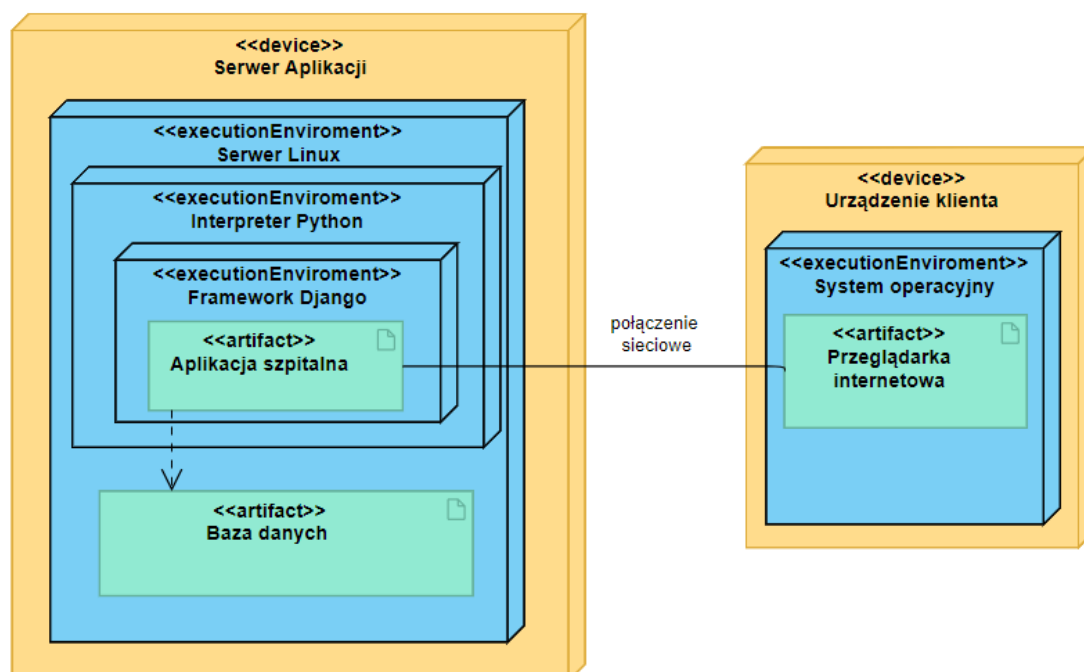
Rys. 7 - Diagram przypadków użycia.

4. Projekt Systemu

4.1 Architektura systemu

Ze względu na wymagania dotyczące realizacji systemu w postaci aplikacji sieciowej oraz wykorzystania technologii OpenSource, zdecydowano zaimplementować go w postaci aplikacji przeglądarkowej we frameworku Django. Przewaga takiego rozwiązania nad aplikacją okienkową wynika z prostoty wdrożenia, gdyż ogranicza się ona jedynie do konfiguracji serwera znajdującego się w szpitalu, bez potrzeby instalowania dodatkowego oprogramowania na wszystkich komputerach lekarzy. Dodatkowo wykorzystując popularne biblioteki stylistyczne CSS możliwe jest zaprojektowanie interfejsu wyglądającego znajomo dla użytkowników, co zmniejsza próg wejścia wymagany do biegłego korzystania z systemu osobom niedoświadczonym technicznie zgodnie z wymaganiem dotyczącym prostoty dostępu do systemu.

Na rys. 8 zamieszczony został diagram wdrożenia systemu. Elementem podstawowym na nim jest serwer aplikacji z systemem Linux. Jako że framework Django jest napisany w języku Python, wymagana jest obecność jego interpretera na głównym komputerze, aby mógł on służyć jako środowisko wykonawcze dla aplikacji. Dodatkowo na serwerze znajduje się baza danych zawierająca wszystkie informacje do których dostęp zapewnia sama aplikacja. Użytkownicy mogą połączyć się z aplikacją poprzez przeglądarki internetowe zainstalowane na ich służbowych komputerach połączonych ze szpitalną siecią komputerową.



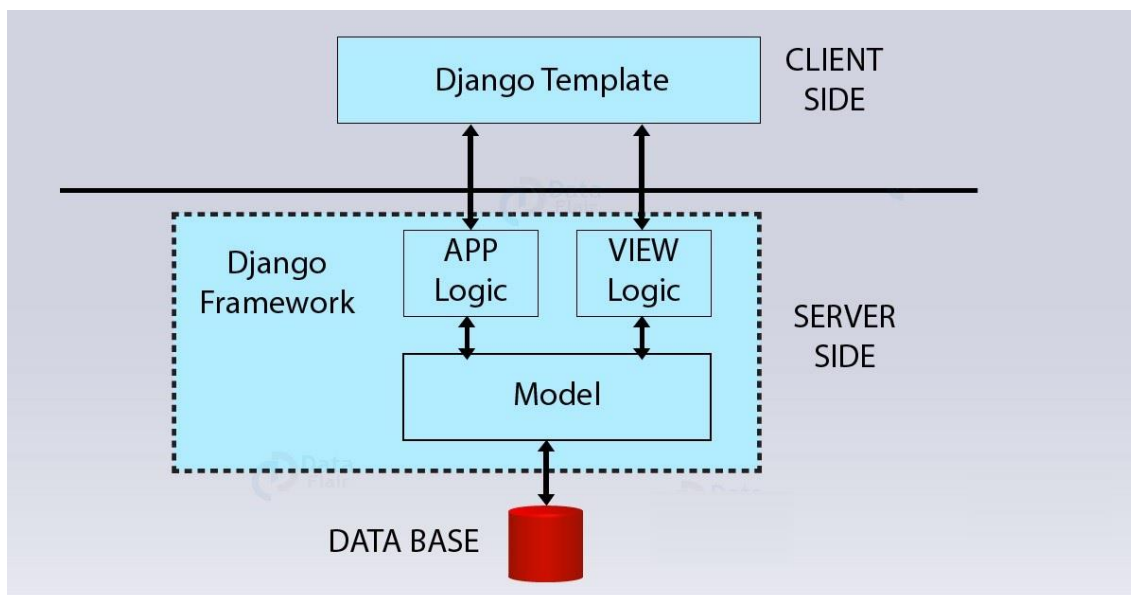
Rys. 8 - Diagram wdrożenia systemu

Warto tutaj wspomnieć o architekturze samego frameworku Django, którą przedstawiono na diagramie na rys. 9. Jest to rozwiązanie o schemacie MVT (Model View Template), będące pewnego rodzaju abstrakcją popularnego MVC (Model View Controller). Część odpowiadająca za reprezentację modelu jest w nich taka sama i odpowiada ona za komunikację z bazą danych oraz za mapowanie rekordów na obiekty w systemie i na odwrót poprzez system ORM (Object-Relational Mapping). Różnice uwidaczniają się w pozostałych dwóch elementach architektury.

W schemacie MVC widok pełni rolę warstwy prezentacyjnej poprzez prezentowanie użytkownikowi informacji dostarczonych przez model oraz przyjmowanie informacji dostarczonych przez użytkownika. Kontroler odpowiada za komunikację między widokiem i modelem oraz za logikę biznesową aplikacji i generowanie odpowiednich odpowiedzi w zależności od zapytań HTTP wysyłanych przez użytkownika.

W schemacie MVT widok odpowiada za logikę biznesową, przetwarzanie żądań HTTP, interakcje z modelem i dostarczenie szablonowi wybranych danych z modelu. Szablon (ang. Template) jest elementem prezentacyjnym który w całości odpowiada za interfejs użytkownika i konstruowanie dokumentów HTML na podstawie informacji dostarczonych przez widok. W schemacie MVT framework sam pełni rolę kontrolera, oddelegowującego żądań HTTP do odpowiednich widoków.

Można powiedzieć, że MVT jest abstrakcją MVC, gdyż Django i inne frameworki z niego korzystające zawierają w sobie implementacje MVC, jednak jest ona ukryta przed programistą. Warto jednak zaznaczyć, że sami autorzy Django wspominają, że rozróżnianie między MVC i MVT może być zagniatwane, mylące, i nieprzedstawiające pełnej natury architektury w stu procentach, jako że definicje schematów można interpretować na różne sposoby [11].

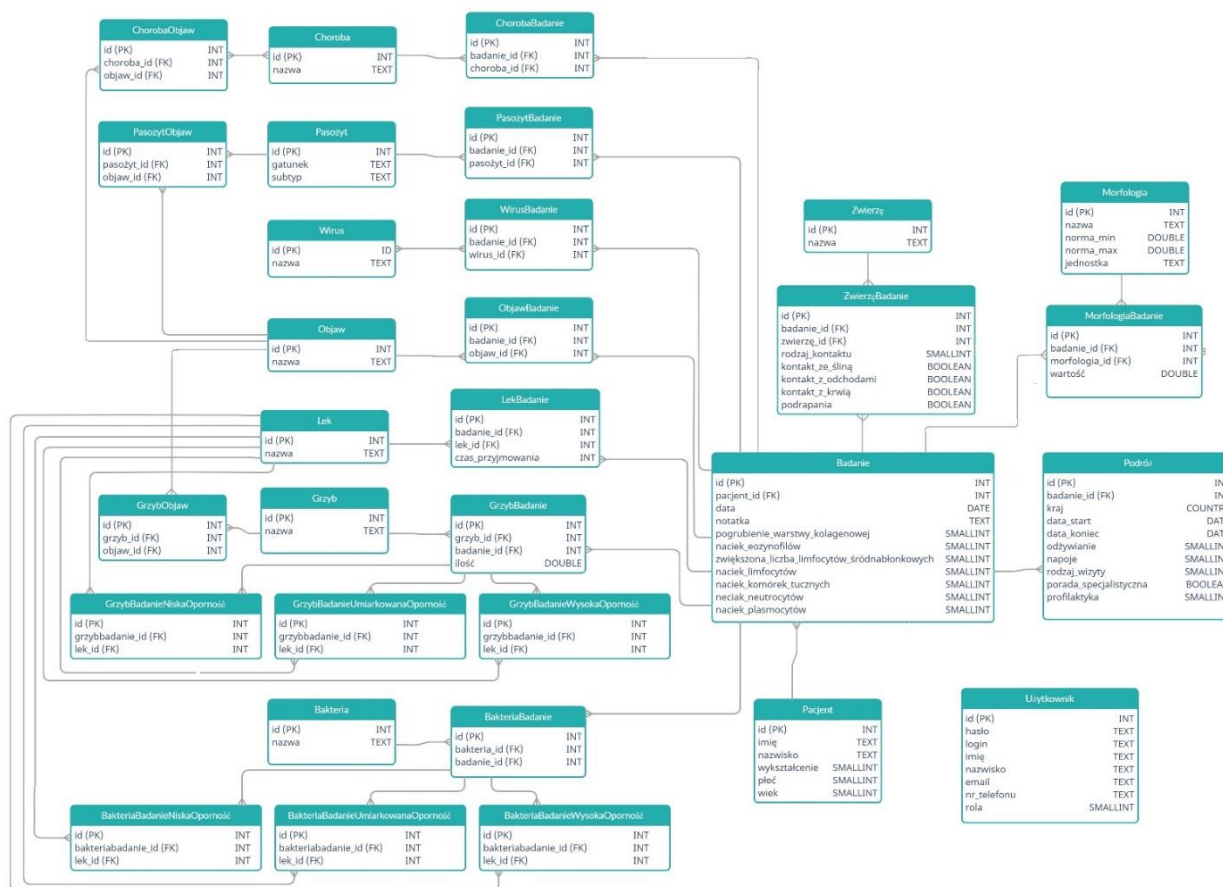


Rys. 9 - Diagram architektury frameworku Django [10]

4.2 Projekt warstwy danych

Jako że głównym celem projektu jest realizacja systemu służącego do analizy relacji między celami podróży pacjentów a różnych patogenów i schorzeń, które u nich wykryto, wybór odpowiedniej technologii baz danych był kluczowym elementem do rozważenia. Biorąc pod uwagę narzucone wymagania mówiące o częstości sprawdzania powiązań między różnymi grupami obiektów, dodawania rekordów przez użytkowników i elastyczności procesu wytwarzania oprogramowania, wykorzystanie relacyjnej bazy danych niesie ze sobą dużo więcej korzyści niż bazy nierelacyjnej. Ostatecznie wybrana została baza PostgreSQL, otwarto-źródłowa technologia opracowana w 1986 roku na Univeristy of California w Berkeley i rozwijana po dziś dzień [12]. Dodatkową zaletą tego rozwiązania w omawianym projekcie jest natywne wsparcie Django dla PostgreSQL, co ułatwiło i skróciło proces implementacyjny.

Na rys. 10 zamieszczony został diagram modelu bazy danych. Większość informacji dotyczących wymaganych tabel oraz pól została pozyskana od lekarzy UCK w sposób bezpośredni, lub poprzez analizę dostarczonych formularzy z wywiadów medycznych. Tabele i ich rekordy są mapowane w aplikacji na obiekty pythonowe poprzez system ORM Django. Niektóre z nich zawierają w sobie pola wyboru, które zostały zamodelowane w bazie danych jako pola typu small integer, a ich mapowaniem na wersję czytelną dla człowieka zajmuje się logika biznesowa systemu. Pola te wraz z możliwymi wartościami zostały opisane w tabeli 1.

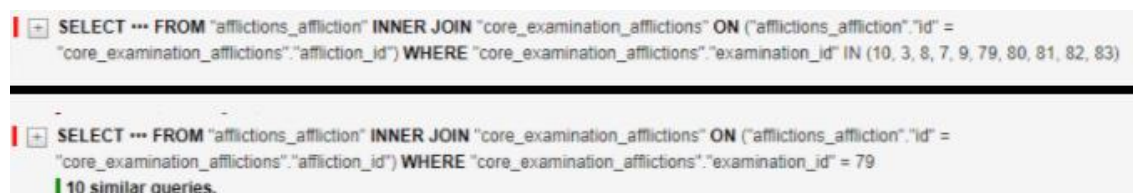


Rys. 10 - Diagram modelu bazy danych.

Tabela 1 - Mapowanie wartości pól typu ENUM na tekst czytelny dla człowieka

Tablica	Pola	Możliwe wartości	Wersja czytelna dla człowieka
Badania	pogrubienie_warstwy_kolagenowej, naciek_eozynofiliów, zwiększona_ilość_limfocytów_śródnabłonkowych, naciek_limfocytów, naciek_komórek_tucznych, naciek_neutrocytów, naciek_plazmocytów	0	Brak
		1	Mało
		2	Umiarkowany
		3	Intensywnie
Pacjent	płeć	0	Mężczyzna
		1	Kobieta
		2	Inna
Pacjent	wykształcenie	0	Brak
		1	Podstawowe
		2	Średnie
		3	Wyższe
Użytkownik	rola	0	Admin
		1	Lekarz
		2	Praktykant
Podróż	odżywianie	0	Restauracje
		1	Lokalne
		2	Własne
		3	Mieszane
Podróż	napoje	0	Butelkowane
		1	Lokalne
		2	Strumienie
		3	Mieszane
Podróż	rodzaj_wizyty	0	Zawodowy
		1	Turystyczny
		2	Do bliskich
Podróż	profilaktyka	0	Swoista
		1	Nieswoista
Zwierzę	rodzaj_kontakt	0	Zawodowe
		1	Domowe
		2	Inne

Szczególną uwagę należy zwrócić na tablicę przechowującą dane dotyczące badań pacjentów. Z celu systemu mówiącego o wykorzystaniu go do analizy informacji otrzymywanych z wywiadów medycznych wynika, że rekordy te będą z wysokim prawdopodobieństwem najczęściej pobieranymi i modyfikowanymi. Dodatkowo badania są w relacji z wieloma innymi elementami modelu danych, zazwyczaj o naturze wiele do wielu z tablicami przejściowymi zawierającymi dodatkowe informacje. Z tego powodu należało zastosować specjalne techniki ograniczające nakład na bazę danych przy obsłudze widoków na nich operujących. Jedną z zastosowanych metod jest stronicowanie, serwujące klientowi jedynie fragment rekordów w momencie, w którym żąda on ich pobrania. Określenie konkretnego wycinku jest wnioskowane na podstawie parametru zawartego w żądaniu HTTP. Dodatkowym problemem, który należało rozwiązać był problem $N + 1$ zapytań występujący w większości frameworków wytwarzania aplikacji internetowych. Ukazuje się on w momencie pobierania danych dotyczących pewnych rekordów oraz danych dotyczących N rekordów będących z nimi w relacji. Domyślnym zachowaniem jest wystawienie do bazy danych oddzielnych zapytań dla każdego z nich, co jest dużym nakładem pracy dla systemu DBMS. Programista wiedząc o tym, że takie informacje będą potrzebne, może zawczasu nakazać wczytania tych danych na podstawie informacji o relacji pozyskanych z pierwszego zapytania do bazy danych, co skutkuje jedynie $1 + K$ zapytaniami, gdzie K jest ilością tablic z którymi pobierane encje są w relacji i na których dane chcemy przedstawić klientowi. Przykład zapytań skonstruowanych na opisane sposoby przedstawiono na rys. 11.



```
SELECT ... FROM "afflictions_affliction" INNER JOIN "core_examination_afflictions" ON ("afflictions_affliction"."id" = "core_examination_afflictions"."affliction_id") WHERE "core_examination_afflictions"."examination_id" IN (10, 3, 8, 7, 9, 79, 80, 81, 82, 83)
```

```
SELECT ... FROM "afflictions_affliction" INNER JOIN "core_examination_afflictions" ON ("afflictions_affliction"."id" = "core_examination_afflictions"."affliction_id") WHERE "core_examination_afflictions"."examination_id" = 79
```

10 similar queries.

Rys. 11 – Zapytanie do bazy danych pobierające rekordy będące w relacji z żądanymi encjami, skonstruowane domyślnie oraz po zastosowaniu przedwczesnego wczytania.

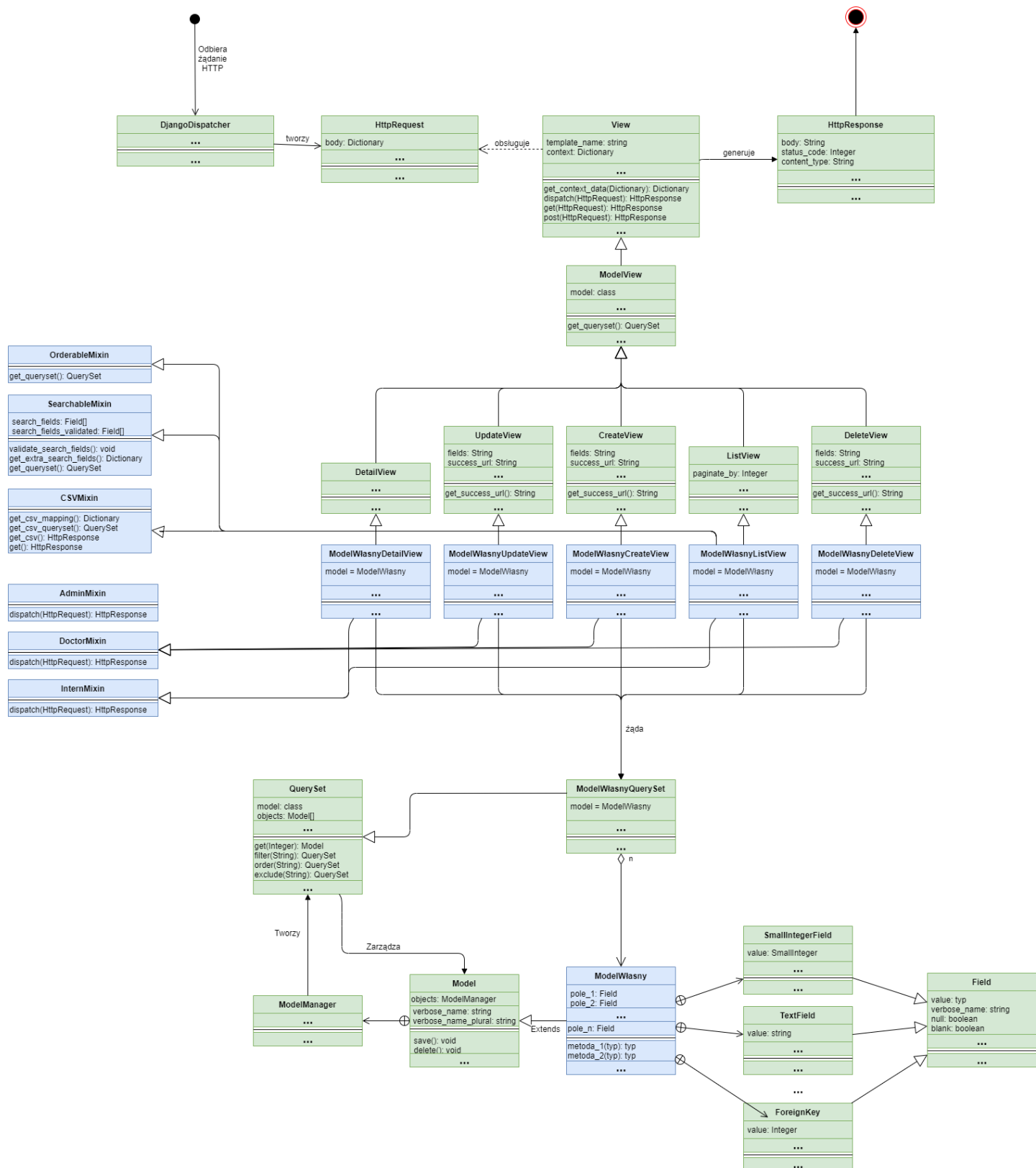
Kolejnym aspektem, na który należało zwrócić uwagę była natura środowiska szpitalnego w którym system miał być używany. Lekarze powinni mieć dostęp do jak największej ilości informacji dotyczących czynników na które wystawieni byli pacjenci, lecz nie zawsze są one dostępne. Przykładowo pacjent może nie pamiętać lub nie wiedzieć, czy został na wyjeździe podrapany przez zwierzę, z którym miał kontakt, lub niemożliwym może być określenie ilości wykrytego w jego jelitach grzyba. Takie niepełne informacje dalej są wartościowe dla analizy, jednak założenie jakiejś wartości wprowadzałoby zakłamanie do otrzymanych wyników. Z tego powodu większość pól w tablicach zezwala na wartość null, aby brakujące informacje nie uniemożliwiały zapisanie takich rekordów.

4.3 Projekt warstwy logiki biznesowej

Ze względu na wykorzystanie frameworka Django do realizacji systemu model logiki biznesowej został w dużej mierze wyznaczony przez jego autorów. Na rysunku nr 12 przedstawiony został uproszczony diagram modelu klas z punktu widzenia logiki biznesowej. Implementacja własnych klas w systemie była oczywiście niezbędna do osiągnięcia wymaganych efektów, jednak nie można uznać, że którakolwiek z nich istnieje w systemie w izolacji od dostarczonych elementów. Ich dokładny opis musiałby być jednak bardzo obszerny, a ostatecznie nie mówiłby wiele o esencji samego systemu w kontekście jego roli biznesowej. Dodatkowo, funkcjonalności zarządzania poszczególnymi modelami w systemie oraz sposoby ich działania są niemalże identyczne, przez co różnice między nimi wynikają jedynie z rodzajów pól znajdujących się w tablicach reprezentujących je w bazie danych. Z tych powodów postanowiono zastosować pewne założenia przy przedstawieniu diagramu klas:

- Klasy dostarczone przez Django zostały przedstawione na diagramie w kolorze zielonym, zaś klasy zaimplementowane przez autora systemu w kolorze niebieskim,
- Pola oraz metody zawierające się w klasach dostarczanych przez Django są przedstawiane wyłącznie w sposób wyrywkowy i uproszczony wedle zasady czarnej skrzynki, tak aby przedstawić tylko te elementy które są kluczowe dla działania systemu i komponentów autorskich z nimi współpracującymi. Dokładny opis działania i dziedziczenia klas wbudowanych znajduje się w dokumentacji Django [13]
- Na diagramie nie przedstawiono żadnej konkretnej klasy autorskiej, lecz pewną hipotetyczną klasę, za którą można by było wstawić klasy z dowolnego modułu w systemie.

Diagram dla ułatwienia jego zrozumienia można podzielić na dwie części: opisującą klasy odpowiadające za komunikację z modelem danych i systemem ORM, oraz na część opisującą klasy widoków, odpowiedzialnych za obsługę żądań HTTP przesyłanych przez użytkownika i generowanie odpowiedzi.



Rys. 12 - Uproszczony model klas logiki biznesowej.

4.3.1. Klasy ORM

Najważniejszym bytem dostarczonym przez Django do celu zaimplementowania modelu danych jest abstrakcyjna klasa `Model`. Pozwala ona na odwzorowanie klas po niej dziedziczących, na poszczególne tablice i wiersze w bazie danych poprzez skojarzenie klasy z konkretną tablicą oraz dostarczenie metod pozwalających na wykonywanie operacji CRUD, czyli tworzenia, pobrania, modyfikacji oraz usunięcia obiektu z bazy danych. Przykładowo, aby pozwolić systemowi na operowanie na bakteriach zawartych w bazie danych, koniecznym jest utworzenie klasy `Bakteria`, która dziedziczyłaby po klasie `Model`. Do reprezentacji poszczególnych kolumn z tablicy służą dostarczone klasy będące uszczegółowieniem abstrakcyjnej klasy `Field`, takie jak `TextField`, `IntegerField`, czy `ForeignKey`. Są one odpowiedzialne nie tylko za zdefiniowanie odpowiednich kolumn w danej tablicy bazodanowej, ale także za walidację dostarczonych danych pod względem typu lub innych określonych parametrów (jak na przykład wartości maksymalne, lub zezwolenie na wartość null), oraz za sposób przedstawienia kolumny użytkownikom systemu w sposób czytelny dla człowieka. Dodatkowo programista może wskazać wybrane pola i nakazać ich zindeksowania w celu zoptymalizowania operacji bazodanowych.

Jednym z kluczowych pól Modelu jest pole „objects” klasy `ModelManager`, pozwalające na utworzenie nowego obiektu typu `QuerySet` danej klasy. Do każdego modelu automatycznie określana jest oddzielna klasa dziedzicząca po klasie `QuerySet`. Przykładowo pole „objects” klasy `Bakteria` daje dostęp do nowego obiektu klasy `BakteriaQuerySet`. Klasa ta pozwala na konstruowanie złożonych zapytań do bazy danych poprzez dostarczenie metod pozwalających na pobieranie poszczególnych wierszy na podstawie wybranych pól, filtrowanie wyników na podstawie określonych parametrów, określenie konkretnych kolumn do wczytania, czy też oznaczenie pól zawierających w sobie klucze obce do przedwczesnego wczytania wierszy z tablic będących w relacji z obiektami pobieranymi (w celu zapobiegnięcia problemu N+1 zapytań). Jeżeli konkretny przypadek użycia byłby zbyt skomplikowany, to możliwym jest też sporządzenie surowego zapytania SQL z poziomu kodu samej aplikacji.

Ważną cechą klasy `QuerySet` jest jej leniwość, polegająca na odwleczeniu wysłania zapytania do bazy danych do momentu, kiedy żądane obiekty są wymagane przez któryś z elementów systemu. Oznacza to, że możliwym jest łańcuchowanie poszczególnych metod klasy `QuerySet` oraz przetrzymywanie określonych zapytań w systemie, a następnie wysłanie pojedynczego, rozbudowanego zapytania SQL w momencie, w którym dane są potrzebne, co znacząco zmniejsza nakład pracy narzucany na system DBMS.

4.3.2. Klasy widoków

W momencie, w którym serwer Django odbiera od użytkownika żądanie HTTP framework sam odpowiada za oddelegowanie jego obsługi do odpowiednich widoków na podstawie mapy adresów URL. Jest to zgodne ze schematem MVT który został opisany w rozdziale 4.1 - Architektura systemu. Autorzy Django dostarczyli gotowe klasy abstrakcyjne reprezentujące widoki w sposób bardzo ogólny, jak i bardziej sprecyzowane na podstawie najpopularniejszych

zastosowań. Mowa tutaj o widokach odpowiedzialnych za tworzenie, modyfikowanie, usuwanie, listowanie lub pobranie konkretnych obiektów danej klasy modelu. Odpowiedzialność za dopasowanie tych widoków do konkretnych modeli wraz z dostarczeniem dodatkowych funkcjonalności pada jednak już na programistę. Przykładowo, aby pozwolić użytkownikowi na tworzenie nowych obiektów typu Bakteria i zapisanie ich do bazy danych zaimplementowana została klasa BacteriaCreateView dziedzicząca po klasie Django CreateView. Klasy dostarczone przez framework posiadają już zaimplementowane operacje pozwalające na obsługę żądań, konstruowanie plików HTML na podstawie określonych szkieletów, stronicowanie list obiektów, czy też pobranie określonych danych poprzez wywołanie nowych obiektów klasy QuerySet, chociaż zastosowanie bardziej wykwintnych filtrów spada już na barki programisty.

Widoki dostarczane przez Django są dobrą podstawą do obsługi żądań, jednak wymagania systemu narzucone przez przedstawicieli UCK wymagały bardziej złożonych mechanizmów niż te zapewnione. W tym celu zaimplementowane zostały klasy pomocnicze, które rozszerzają pewne domyślne metody widoków oraz wstrzykują dodatkowe funkcjonalności. Jako że jednym z podstawowych wymagań jest możliwości przeprowadzania szczegółowej analizy danych, to podstawowe działanie widoków listowych polegające na pobraniu wszystkich obiektów danego modelu jest zbyt prymitywne. Do rozszerzenia możliwości dostarczonych użytkownikom służą poszczególne klasy:

- OrderableMixin – Dostarcza widokom możliwość sortowania wyników po kolumnach sprecyzowanych w parametrach URL żądania HTTP,
- SearchableMixin – Dostarcza widokom możliwość filtrowania wyników na podstawie parametrów URL żądania HTTP. Domyślne działanie opiera się na wartościach określonych pól, jednak pozwala na zaimplementowanie i doczepienie bardziej wyszukanych filtrów w poszczególnych widokach,
- CSVMixin – Umożliwia przesłanie odpowiedzi HTTP w postaci pliku CSV zawierającego wszystkie wystawione obiekty.

Użytkownik może doczepić takie parametry URL przy pomocy interfejsu graficznego, co zostało opisane dokładniej w późniejszym rozdziale. Funkcjonalności te zostały oddelegowane do własnych klas, gdyż przeprowadzenie tych operacji wymagane było dla każdej klasy modelu. Pozwoliło to na modularne implementowanie widoków listowych i zachowanie zasady DRY (ang. Don't Repeat Yourself), co przyczyniło to się do efektywniejszego wytwarzania oprogramowania oraz lepszej otwartości na modyfikacje regularnie narzucane przez lekarzy.

Pozostałe trzy klasy pomocnicze związane są kontrolą dostępu dla różnych typów użytkowników, tak jak sprecyzowane to zostało w wymaganiach systemowych. Są to kolejno:

- InternMixin – widoki upublicznione dla stażystów pracujących w szpitalu. Posiadają oni dostęp do widoków listowych i do widoków przedstawiających detale konkretnego obiektu. Nie posiadają oni możliwości modyfikowania obiektów znajdujących się w bazie danych
- DoctorMixin – widoki upublicznione dla regularnych lekarzy pracujących w szpitalu. Posiadają oni dostęp do wszystkich widoków do których dostęp mają

stażyści, oraz do widoków odpowiedzialnych za tworzenie, modyfikowanie oraz usuwanie obiektów.

- AdminMixin – widoki upublicznione dla administratorów systemu. Posiadają oni dostęp do każdego widoku w systemie, to znaczy do tych widoków, do których dostęp posiadają lekarze, oraz do widoków pozwalających na zarządzanie użytkownikami systemu.

W przypadku, w którym użytkownik anonimowy (niezalogowany) próbowałby otrzymać od serwera jakiegokolwiek informacje, zostałby on przekierowany na widok logowania. Jeżeli użytkownik zalogowany próbowałby dostać się do części aplikacji do której nie jest upoważniony, zostałby o tym poinformowany i przekierowany na stronę startową aplikacji.

4.3.3. Obsługa badań i wywiadów medycznych

Większość modeli i klas w systemie można sprowadzić do schematu przedstawionego w poprzednim podrozdziale, jednak z powodu wymogu zestawienia informacji dotyczących pacjentów na mapie świata proces ten jest bardziej złożony dla obsługi badań i wywiadów medycznych. O ile proces przetwarzania żądania HTTP po stronie serwera przebiega dokładnie tak samo jak w przypadku innych klas w systemie, tak po stronie klienta zaimplementowana została dodatkowa logika odpowiadająca za konstrukcję odpowiedniego kartogramu. Została ona przedstawiona na diagramie na rys. 13. Pierwszym etapem przetwarzania jest wyodrębnienie informacji o państwach odwiedzonych przez wybranych pacjentów (poddanych ewentualnym operacjom filtrującym) i przekonwertowanie ich na odpowiednie współrzędne geograficzne. Jako że do konstrukcji kartogramu nie potrzeba jest dokładna lokalizacja próbek badawczych, a jedynie informacja o tym w których obszarach się znajdują, postanowiono dokonać konwersji państw odwiedzanych na współrzędne geograficzne ich stolic.

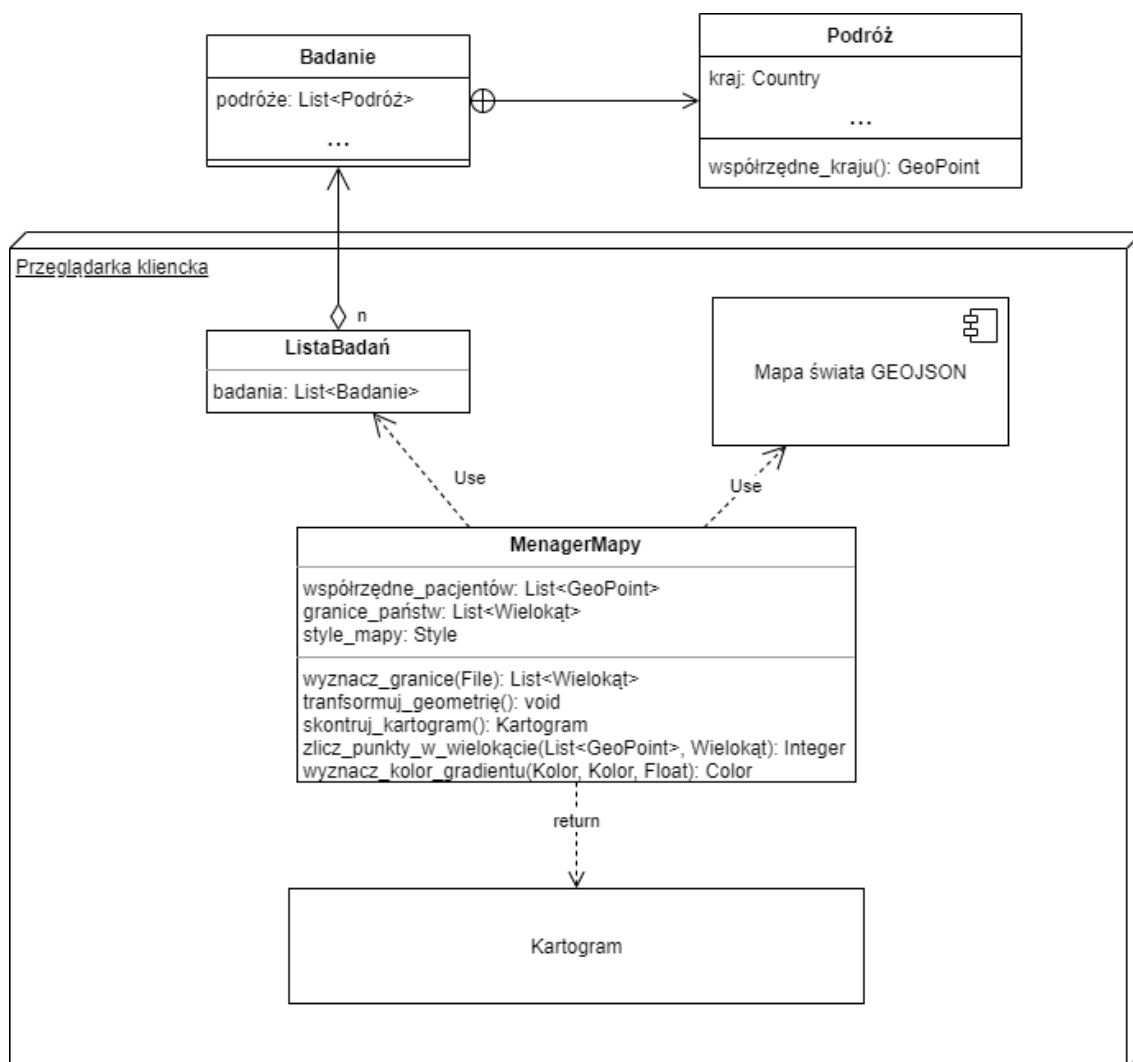
Drugim elementem potrzebnym do skonstruowania kartogramu jest informacja o granicach nałożonych na mapę świata. Do tego celu zastosowano mapę świata w formacie GEOJSON. Jest ona zareprezentowana jako lista obiektów w formacie JSON reprezentujących poszczególne państwa. Obiekt taki składa się z pól zawierających różne informacje dotyczące danego kraju, takie jak jego nazwa, rozmiar populacji, sugerowane style przy renderowaniu mapy oraz jego granice. Te ostatnie z kolei są przedstawione jako lista poszczególnych terytoriów, które przedstawione są jako listy punktów geograficznych, których połączenie linią na mapie formuje wielokąt. Jako że mapa identyfikuje państwa jako rozróżnialne byty, koniecznym jest lista terytoriów do wyznaczenia jego granic, gdyż wiele z nich położonych jest na niejednorodnych terenach rozdzielonych morzami lub oceanami, np. Japonia składająca się z wielu wysp, lub Francja i jej terytoria zamorskie (przykładowo Gujana Francuska), jednak dalej stanowią one tą samą jednostkę administracyjną. Ważnym parametrem map GEOJSON jest ich rozdzielczość, mówiąca o tym, ile powinna wynosić maksymalna odległość pomiędzy poszczególnymi punktami określającymi granice terytoriów. W internecie można znaleźć mapy o rozdzielczości od kilku do kilkuset metrów. Im mapa jest dokładniejsza, tym lepiej przedstawione granice odzwierciedlają

rzeczywisty stan rzeczy, ale kosztem jest ilość punktów potrzebnych do ich przedstawienia, co z kolei przekłada się na większy rozmiar pliku GEOJSON oraz na większą ilość obliczeń wymaganych do wyznaczenia punktów zawierających się w danym wielokącie, co jest operacją konieczną do skonstruowania kartogramu. Jako że do analizy danych dotyczących pacjentów wystarczający jest pogląd globalny oraz biorąc pod uwagę fakt, że wszystkie współrzędne rzutowane są na stolice danych państw, postanowiono w systemie wykorzystać mapę o niskiej rozdzielczości o dokładności do 110 metrów.

Kolejną kwestią do rozstrzygnięcia związaną z wykorzystaniem mapy GEOJSON był zastosowany przez jej autorów podział na jednostki administracyjne. Wiele map o niskiej rozdzielczości traktuje państwa posiadające terytoria zamorskie jako jeden obszar administracyjny, lub nie zawiera w sobie terytoriów małych wysp oddalonych od kontynentów. Jako że główną grupą badawczą którą zainteresowani są lekarze z UCK byli pacjenci powracający z krajów egzotycznych, stanowiło to istotny problem. Osoby podróżujące do terytoriów zamorskich, takich jak na przykład Gujana Francuska czy Reunion, wpływałyby na swoje statystyki, tak jak i na statystyki samej Francji. Jednocześnie małe terytoria często są popularnymi celami turystycznymi i brak ich reprezentacji na mapie GEOJSON uniemożliwiłby analizę danych pacjentów do nich podróżujących. Po drugiej stronie ekstremum są mapy, które stosują zbyt szczegółowy podział na poszczególne jednostki administracyjne, takie jak województwa w Polsce, stany w USA, czy hrabstwa w Wielkiej Brytanii. Nie dość, że mapy takie muszą cechować się większą dokładnością, czego minusy zostały omówione powyżej, to dodatkowo nie da się skonstruować na ich podstawie kartogramu obejmującego poszczególne państwa. Przykładowo pacjenci powracający z Japonii zostaliby przedstawieni na mapie świata jedynie w prefekturze Kentou, jako że to właśnie tam znajduje się Tokyo będące stolicą tego kraju (do której sprowadzane są współrzędne całej próbki), zaś pozostałe obszary państwa pozostałyby niezakolorowane. Ostatecznie postanowiono wykorzystać w systemie mapę o niskiej rozdzielczości, zawierającej większość małych terytoriów niezależnie od ich odległości od kontynentu oraz z podziałem administracyjnym łączącym wszystkie terytoria danego państwa jako jeden byt. Nie było to rozwiązanie idealne, jednak biorąc pod uwagę ograniczoną ilość zasobów w internecie był to najbardziej akceptowalny kompromis.

Na podstawie wybranej mapy GEOJSON oraz listy współrzędnych geograficznych państw odwiedzonych przed pacjentów możliwe jest skonstruowanie kartogramu. Najpierw należy jednak sprowadzić współrzędne podróży oraz współrzędne granic do wspólnego formatu projekcji na mapie. W systemie wykorzystywana do tego jest projekcja EPSG:4326, będąca najbardziej popularną w typowych zastosowaniach geoinformatycznych. Następnie dla każdego obszaru na mapie zliczane są punkty zawierające się w nich i wyznaczany jest ich stosunek względem wszystkich punktów w celu dobrania odpowiedniego koloru gradientu. Do tego celu zastosowano bibliotekę języka JavaScript o nazwie JSTS (będącą portem biblioteki JTS języka Java) dostarczającą funkcje służące do przetwarzania informacji geograficznych. Ostatnim krokiem jest wyrenderowanie gotowego kartogramu. Do tego celu wykorzystana została

biblioteka OpenLayers, służąca do osadzania różnego rodzaju interaktywnych map do dokumentu HTML.



Rys. 13 - Diagram logiki biznesowej renderowania kartogramu.

4.4 Projekt interfejsu użytkownika

Jednym z głównych wymagań systemowych był prosty i intuicyjny interfejs użytkownika, z którego korzystać z łatwością mogłyby osoby niedoświadczone technicznie. Z tego powodu graficzny interfejs był koniecznością, gdyż korzystanie z konsoli i ręcznego wpisywania komend w celach interakcji z systemem byłoby procedurą zbyt skomplikowaną. Decyzja o realizacji systemu w postaci aplikacji przeglądarkowej była także kierowana tym powodem, gdyż większość ludzi jest zaznajomiona z nawigowaniem stron internetowych, więc wykorzystanie podobnego układu stron do tych spotykanych na popularnych serwisach zmniejszyłoby próg wejścia do biegłego korzystania z systemu.

Jako że większa część systemu pełni rolę interfejsu pozwalającego na operowanie na bazie danych poprzez wykonywanie podstawowych operacji CRUD oraz filtrowania wyników, to podstrony odpowiadające za poszczególne modele zostały skonstruowane na podstawie jednego

szkieletu dopasowanego pod konkretną klasę. Każda taka podstrona zawiera w sobie widok wylistowujący wiersze pobrane z bazy danych, widok pozwalający na wprowadzenie nowych rekordów, widok pozwalający na usunięcie wybranego rekordu, widok pozwalający na edycję wybranego rekordu oraz widok pozwalający na wyświetlenie szczegółowych informacji o danej encji, jeżeli są one zbyt bogate, aby przedstawić je w sposób przejrzysty na liście.

Na górze strony znajduje się menu nawigacyjne pozwalające użytkownikowi przejść na podstronę konkretnego modelu. Dodatkowo znajdują się tam przejścia prowadzące na stronę pozwalającą zobaczyć i zedytować dane profilowe użytkownika oraz przycisk wylogowujący, lub w przypadku użytkowników niezalogowanych przejście do strony logowania. Każde przejście na inną podstronę jest poprzedzone animacją kręcącego się okręgu, aby zasygnalizować użytkownikowi, że strona się ładuje. W przeciwnym wypadku mógłby on nie wiedzieć że serwer obsługuje aktualnie jego żądanie i pomyśleć, że strona się zawiesiła, lub że nie wykonał operacji która w rzeczywistości została odebrana. Do stylizacji strony postanowiono wykorzystać framework stylistyczny CSS o nazwie Bootstrap w wersji 4. Jest to rozwiązanie otwartoźródłowe wykorzystywane przez wiele znanych serwisów internetowych, takich jak Spotify czy Twitter, co zwiększa szanse na to, że użytkownik miał już wcześniej doświadczenie w nawigowaniu po podobnych stronach. Drugim powodem wykorzystania tego rozwiązania był fakt, że przyspieszyło ono proces wytwarzania oprogramowania.

Głównym celem widoków listowych jest przedstawienie użytkownikowi wybranych rekordów z bazy danych dotyczących konkretnego modelu. Zrzut ekranu takiego widoku dla badań laboratoryjnych (pierwotnie nazwanych morfologie – zmienione na późniejsze życzenie klienta) zamieszczony został na rys. 14. Rekordy umieszczone w tabeli znajdującej się w centrum strony. Oprócz wybranych kolumn, przy każdym wierszu znajdują się przyciski pozwalające na usunięcie oraz edycję lub podgląd danego elementu, jeśli wszystkie jego pola nie mogłyby być przedstawione na jednym ekranie w sposób estetyczny. Przyciski te są ukryte dla użytkowników nieuprawnionych, aby nie przytłaczać go informacjami i opcjami z których i tak nie może skorzystać. Wyniki można sortować rosnąco lub malejąco na podstawie wybranych kolumn poprzez kliknięcie nagłówków oznaczonych strzałką. Kierunek strzałki informuje o tym, czy sortowanie po kolumnie jest w danym momencie aktywne oraz w przypadku w którym jest, czy jest to sortowanie rosnące czy malejące. Nie każda kolumna podlega sortowaniu, gdyż nie ma na to potrzeby biznesowej (np. nie ma potrzeby sortowania badań laboratoryjnych po ich normach), lub nie ma oczywistego sposobu w jaki można porównać nimi różne rekordy (np. pola wiele do wielu). Nad tabelką znajduje się formularz służący do filtrowania wyników na podstawie określonych parametrów. Użytkownik może zastosować filtry poprzez wciśnięcie klawisza Enter na klawiaturze lub poprzez wciśnięcie przycisku „Szukaj” znajdującego się pod formularzem. Na prawo od niego znajdują się przyciski pozwalające na wyczyszczenie formularza i ponownym wyświetleniu wszystkich wyników oraz przycisk służący do pobrania aktualnie wyświetlanych rekordów w postaci pliku CSV. Pod tabelką znajduje się lista stron pozwalająca na wyświetlenie dodatkowych rekordów oraz informująca użytkownika o tym na której stronie aktualnie się znajduje poprzez zakolorowanie numeru bieżącej strony. Na samej górze widoku zamieszczona

jest nazwa aktualnie obsługiwanego modelu napisana wielkimi literami, aby użytkownik cały czas widział w jakiej części aplikacji się znajduje. Pod nagłówkiem znajduje się przycisk pozwalający na dodanie nowego rekordu, jeżeli użytkownik posiada do tego uprawnienia.

Start

Objawy

Choroby

Pasożyty

Grzyby

Bakterie

Wirusy

Leki

Szczepionki

Zwierzęta

Pacjenci

Badania laboratoryjne

Wywiady medyczne/Badania

Użytkownicy

Profil

Wyloguj

Badania laboratoryjne

Dodaj

Nazwa

Jednostka

Nazwa

Jednostka

Szukaj

Wyczyść

Pobierz

Nazwa	Jednostka	Norma dolna	Norma górna		
ALP	U/l	40.0	130.0	Edytuj	Usuń
ALT	U/l	0.0	41.0	Edytuj	Usuń
AST	U/l	0.0	40.0	Edytuj	Usuń
Cholesterol	mg/dl	115.0	190.0	Edytuj	Usuń
CRP	mg/l	0.0	5.0	Edytuj	Usuń
Eozynofile	G/l	0.04	0.4	Edytuj	Usuń
Ferrytyna	ng/ml	22.0	275.0	Edytuj	Usuń
GGTP	U/l	0.0	71.0	Edytuj	Usuń
Glukoza	mg/dl	70.0	99.0	Edytuj	Usuń
HGB	g/dl	13.0	18.0	Edytuj	Usuń

<

1

2

>

Rys. 14 - Widok listowy (Badania laboratoryjne).

Po przejściu na widok listowy wyświetlany jest formularz pozwalający na dodanie nowego rekordu do konkretnej tablicy w bazie danych, przedstawiony na rys. 15. Konkretnie pola umieszczone są kolejno pod sobą, wraz z nagłówkami informującymi użytkownika czego dotyczy się dana formatka. Większość pól wprowadzana jest w klasyczny sposób, czyli poprzez wpisanie odpowiedniej wartości. Wyjątkami od tej reguły są pola zawierające klucze obce lub daty. Aby użytkownik nie musiał znać i pamiętać konkretnych kluczy głównych obiektów które mają być w relacji z rekordem tworzonym, zastosowano formatki Select2 [16]. Pozwalają one na łączenie i rozłączanie obiektów w sposób intuicyjny, bez potrzeby ręcznego wpisywania żadnych informacji. Przykład formatki zamieszczony został na rys. 16. Jeżeli relacja posiada dodatkowe informacje o swojej naturze, zastosowano w formularzu karty, pozwalające na dynamiczne dodawanie i odejmowanie pól, czego przykład przedstawiono na rys. 17. W przypadku pól zawierających w sobie datę wykorzystano interaktywny kalendarz (rys. 18), w którym użytkownik musi jedynie wcisnąć datę, którą chce wprowadzić. W przypadku, w którym użytkownik próbowałby zapisać nowy rekord, ale wprowadzone dane nie przeszłyby procesu walidacji, formularz wyświetli komunikat mówiący o wykrytych błędach, co przedstawiono na rys. 19. Widok edycyjny korzysta z tych samych dokumentów HTML co widok dodawania rekordu, ale uzupełnia poszczególne pola wartościami znajdującymi się w wybranym rekordzie. Po wprowadzeniu wszystkich zmian użytkownik jest przekierowywany na widok listowy.

Dodaj pasożyta

Gatunek

Gatunek

Sub-typ

Sub-typ

Objawy

Zapisz

Wróć

Rys. 15 - Widok dodawania nowego rekordu (Badania laboratoryjne).

Objawy

×

 Ból brzucha

×

 Ból głowy

Ból brzucha

Ból głowy

Wysypka

Biegunka

Rys. 16 - Formatka Select2 służąca do wprowadzania kluczy obcych.

Grzyby

Grzyb

Ilość

Oporny na

Średnio wrażliwy na

Wrażliwy na

Usuń

.....

Ilość

Dodaj kolejne

Bakterie

Bakteria

Oporny na

Średnio wrażliwy na

Wrażliwy na

Usuń

Lotus pedunculatus

×

 Elufron

Bakteria

Oporny na

Średnio wrażliwy na

Wrażliwy na

Usuń

Staphylococcus aureus

×

 Prodohexiv

×

 Izuboprofen

Bakteria

Oporny na

Średnio wrażliwy na

Wrażliwy na

Usuń

Salmonella typhimurium

Dodaj kolejne

Rys. 17 - Karty pozwalające na dynamiczne dodawanie i odejmowanie pól z formularza.

Data od

2021-08-18

Data c

« August 2021 »

Su	Mo	Tu	We	Th	Fr	Sa
25	26	27	28	29	30	31
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31	1	2	3	4

Rys. 18 - Pole wprowadzania daty

Dodaj bakterię

Gatunek

Gatunek

Zapisz Wróć

! Wypełnij to pole.

Rys. 19 - Błąd w formularzu

Jeżeli dany model jest bardzo obszerny (np. wywiady medyczne i badania pacjenta), przejście na widok edycji w tabeli zamieniony został zamieniony na widok szczegółowy, przedstawiający wszystkie informacje dotyczące się wybranego rekordu w postaci wypełnionych pól i tabel. Jako że większość tablic w bazie danych zezwala na wartości typu null, które biznesowo przedstawiają wartości nieznane, to wartości takie zostały przedstawione jako trzy znaki zapytania. Przykład takiego widoku dla wywiadów medycznych i badań został przedstawiony na rys. 20. Na samym dole widoku edycyjnego znajdują się przyciski „Wróć” oraz „Edytuj”, pozwalające kolejno wrócić do widoku listowego oraz przejść do widoku edycyjnego.

Badanie

Pacjent: Summer Smith

Data: 09 marca 2021

Objawy: Brak

Pasożyty:

Pasożyt

Tasiemiec Goździkowy

Choroby: Brak

Leki:

Lek

Czas przyjmowania

Izuboprofen

???

Grzyby: Brak

Bakterie: Brak

Wirusy: Brak

Kontakty ze zwierzętami:

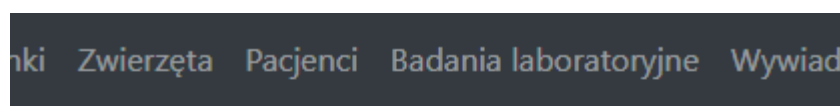
Zwierzę	Rodzaj kontaktu	Kontakt ze śliną	Kontakt z odchodami	Kontakt z krwią	Podrapania	Kontakt z sierścią / skórą
Kot	domowe	Tak	Tak	???	???	???

Podróże:

Kraj	Początek	Koniec	Odżywianie	Napoje	Rodzaj pobytu	Korzystanie z porady specjalistycznej	Stosowanie profilaktyki
------	----------	--------	------------	--------	---------------	---------------------------------------	-------------------------

Rys. 20 - Fragment widoku szczegółowego.

Wciśnięcie przycisku „Usuń” na widoku listowym przekierowuje użytkownika na widok usuwania, na którym jest on poproszony o potwierdzenie swojej decyzji. Służy to zapobiegnięciu przypadkowego usunięcia któregoś z rekordów. Widok został przedstawiony na rys. 21.



Czy napewno chcesz usunąć "Candida albicans"?

Wróć

Usuń

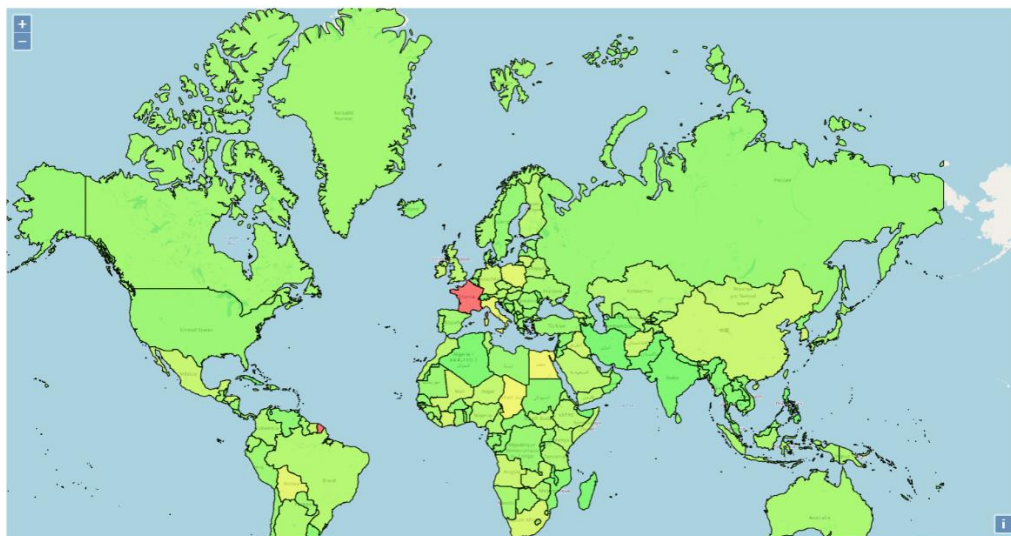
Rys. 21 - Widok potwierdzenia usunięcia rekordu.

Ze względu na rozszerzoną logikę biznesową widok listowy wywiadów medycznych i badań pacjentów jest bardziej rozbudowany od pozostałych. Po pierwsze zawiera bardziej rozbudowany formularz filtrowania wyników który zawiera w sobie także pola ugrupowane, to znaczy takie, które wymagają wypełnienia kilku pól w celu zastosowania jednego filtra. Przykładowo, możliwym jest wybranie tylko takich rekordów, które posiadają konkretny rodzaj

grzyba wykazującego dany stopień oporności na specyficzny lek. Drugim, zapewne najistotniejszym elementem, jest mapa świata w postaci kartogramu. Obok przycisku „Dodaj” znajdującego się na górnej części strony, umieszczony jest przycisk „Pokaż mapę” po którego wciśnięciu zostanie ona wyrenderowana nad formularzem filtrującym. Mapę postanowiono ukryć za przyciskiem, ponieważ jej wygenerowanie może być operacją czasochłonną, co wydłużyłoby czas ładowania strony. Dodatkowo mapa zajmuje większość ekranu, co mogłoby wprowadzić użytkownika chcącego przejrzeć dostępne rekordy w zamieszanie. Mapa jest interaktywna, co oznacza, że możliwym jest jej przesuwanie oraz przybliżanie i oddalanie. Każdemu krajowi na niej przypisane są odpowiednie kolory mówiące o stopniu, w którym były one odwiedzane przez wybranych pacjentów, gdzie kraje najmniej odwiedzane zaznaczone są kolorem zielonym, zaś te najczęściej odwiedzane kolorem czerwonym. Próbkami pacjentów na podstawie których kartogram jest rysowany wyznaczone są na podstawie filtrów zastosowanych na aktualnym widoku. Kartogram wraz z przyciskiem go aktywującym został zamieszczony na rys. 22.

Wywiady medyczne / Badania

Wywiady medyczne / Badania



Rys. 22 - Kartogram przedstawiający miejsca występowanie wykrytych schorzeń i patogenów wykrytych u pacjentów.

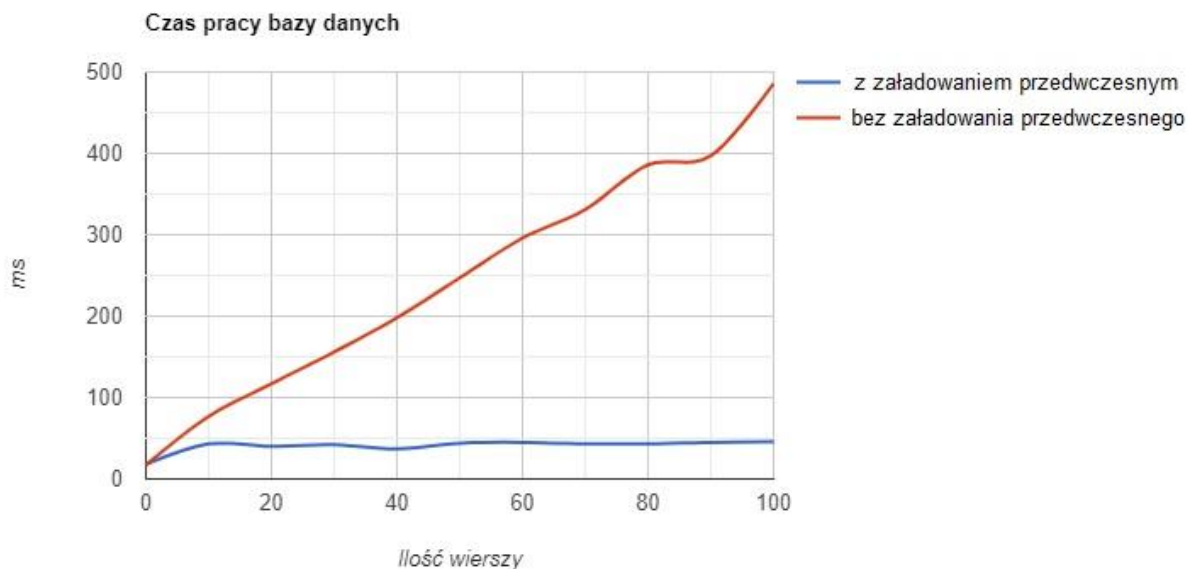
5. Testy systemu

Zważając na rozległość systemu wynikającą z liczności poszczególnych modułów, problematycznym jest wyznaczenie najlepszej metryki do oceny jakości działania systemu. Z tego powodu postanowiono skupić się na przebadaniu czasu ładowania podstrony listującej rekordy wywiadów medycznych i badań pacjentów przy zastosowaniu różnych opcji konfiguracyjnych. Było to uargumentowane faktem, że widok ten jest najbardziej złożoną częścią aplikacji oraz jest on uzależniony od reszty systemu, a dodatkowo jest on bardziej złożony od innych podstron ze

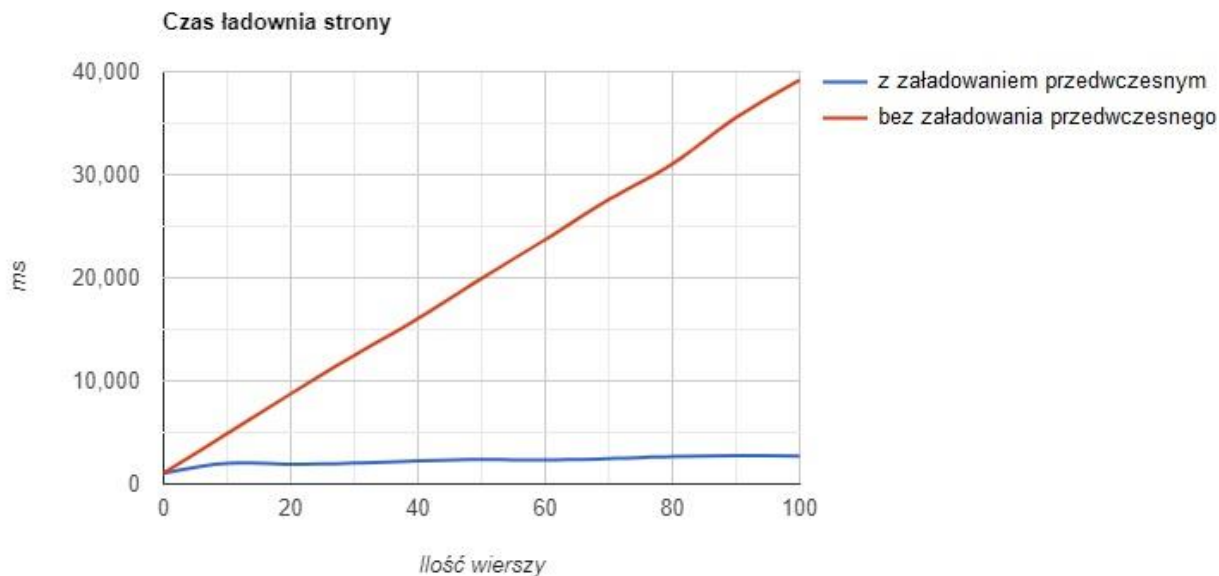
względu na zaimplementowaną w nim funkcjonalność przedstawiania wyników na mapie świata. Postanowiono skupić się na testach wydajnościowych w zależności od ilości adekwatnych rekordów w bazie danych oraz wpływu mechanizmów przedwczesnego zaciągania wyników powiązanych, stronicowania i rozdzielczości mapy GEOJSON na tęże wydajność. Omówiono także jak wyglądał proces testów akceptacyjnych u klienta i jaki wpływ miały one na proces wytwarzania oprogramowania.

5.1 Testy wydajnościowe

Pierwszą zastosowaną techniką optymalizacyjną było przedwczesne zaciągnięcie wyników powiązanych z wywiadami medycznymi i badaniami pacjentów. Zwracając uwagę na fakt, że przedstawienie wyników użytkownikowi w postaci tabelki wymaga wyświetlenia informacji o wszystkich pozostałych częściach systemu (takich jak wykryte u pacjenta grzyby, pasożyty, jego kontakty ze zwierzętami, cele podróży i inne), to wyraźnie uwidaczniał się potencjał optymalizacyjny wynikający z redukcji ilości zapytań SQL do bazy danych. Czas pracy bazy danych przed i po zastosowaniu przedwczesnego ładowania wyników powiązanych został przedstawiony na wykresie na rys. 23. Można na nim zauważyć, że domyślnie czas pracy bazy danych rośnie w sposób zbliżony do liniowego w zależności od ilości wierszy w bazie danych reprezentujących poszczególne wywiady medyczne, zaś w przypadku zastosowania załadowania przedwczesnego czas pracy bazy danych wzrasta w stopniu dużo mniejszym. Były to wyniki spodziewane, zwracając uwagę na fakt, że wywiady medyczne są w relacji z 11 innymi modelami, co domyślnie przekłada się na tyle samo zapytań dla każdego pobranego rekordu wywiadów medycznych. Przy zastosowaniu załadowania przedwczesnym z kolei ilość zapytań skierowanych do bazy danych jest stała i ewentualne różnice czasowe wynikają jedynie z rozmiarów tablic, które system DBMS musi przesłać na powrót do serwera. Mimo że różnica czasu pracy bazy danych na komputerze, na którym przeprowadzano testy mieściła się w przedziale kilkuset milisekund, to przekładało się to na dziesiątki sekund różnicy w czasie ładowania się całej strony, co przedstawiono na wykresie zamieszczonym na rys. 24. Najprawdopodobniej wynikało to z nakładu pracy narzuconego na serwer wiążącego się z koniecznością zainicjowania każdego zapytania z osobna oraz otworzenia dla niego połączenia z bazą danych, co przy takiej ilości powtórzeń jest czynnością bardzo czasochłonną.



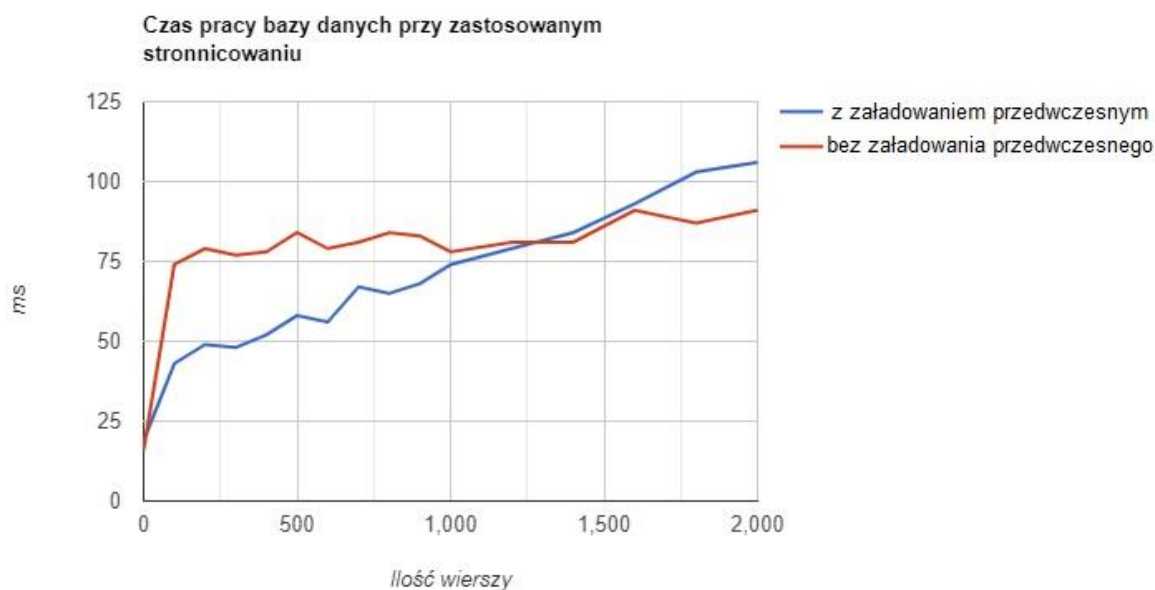
Rys. 23 - Czas pracy bazy danych w zależności od zastosowania mechanizmu przedwczesnego zaciągania wyników powiązanych.



Rys. 24 - Czas ładowania strony w zależności od zastosowania mechanizmu przedwczesnego zaciągania wyników powiązanych.

Patrząc na powyższe wyniki można wyjść z założenia, że przedwczesne ładowanie rekordów powiązanych jest mechanizmem, który warto zastosować w każdym wypadku, kiedy aplikacja wykorzystuje modele będące między sobą w relacji. Jest to jednak podejście naiwne, co uwiadacza się przy większej ilości rekordów znajdujących się w bazie danych oraz przy

zastosowaniu mechanizmu stronicowania. W takim wypadku czas pracy bazy danych jest większy dla mniejszej ilości wyników bez załadowania przedwczesnego, jednak wzrasta on w większym tempie, kiedy ten mechanizm jest zastosowany, co przedstawiono na wykresie na rys. 25. Do wyjaśnienia tych wyników kluczowym jest zrozumienie na czym dokładnie polega problem N+1 zapytań i zauważenie, że występuje on tylko w przypadku, w którym aplikacja musi pobrać informacje zawierające się w poszczególnych kolumnach z tablic będących w relacji z modelem głównym. W momencie jednak w którym zastosowane zostało stronicowanie, strona przedstawia użytkownikowi w danym momencie jedynie kilka rekordów z całej puli, niezależnie od jej rozmiarów (w trakcie testowania było to 10 stron), chociaż ze względu na zamieszczenie mapy świata na badanym widoku dalej wymagane było pobranie informacji o wszystkich celach turystycznych pacjentów. Dla mniejszej całkowitej liczby rekordów ilość zapytań wynikająca z liczby wyświetlanych wierszy bez załadowania przedwczesnego była czynnikiem bardziej kosztownym czasowo. Jednak wraz z wzrostem liczby wszystkich wierszy koszt wynikający z zaciągania wszystkich pokrewnych rekordów okazał się być bardziej znaczący niż nakład wynikający ze stałej ilości zapytań SQL przy zachowaniu domyślnym. Po raz kolejny drastyczną różnicę czasową można było zauważyć w całkowitym czasie ładowania strony, który był początkowo większy bez załadowania przedwczesnego, jednak jego tempo wzrostu było szybsze przy zastosowaniu tego mechanizmu, co przedstawiono na wykresie rys. 26. Taka różnica czasowa mogła wynikać z nakładu pracy narzuconego na system OCR, który zmuszony był do zaalokowania pamięci i zainicjowania nowych obiektów dla każdego pobranego rekordu, mimo że przy zastosowanym stronicowaniu nigdy nie zostały one wykorzystane. Na podstawie powyższych testów można wywnioskować, że mechanizm przedwczesnego załadowania wyników pośrednich nie jest warty użycia w przypadku zastosowania stronicowania, które dla większej ilości rekordów pozwala osiągnąć lepszy stopień optymalizacji.



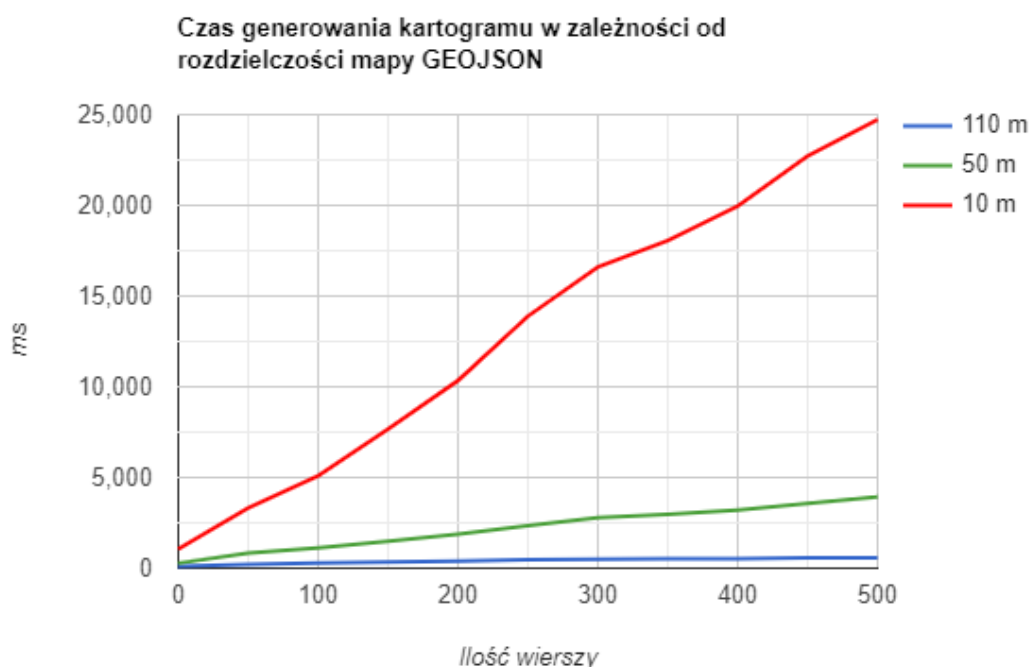
Rys. 25 - Czas pracy bazy danych w zależności od zastosowania mechanizmu przedwczesnego zaciągania wyników powiązanych przy użyciu stronicowania.



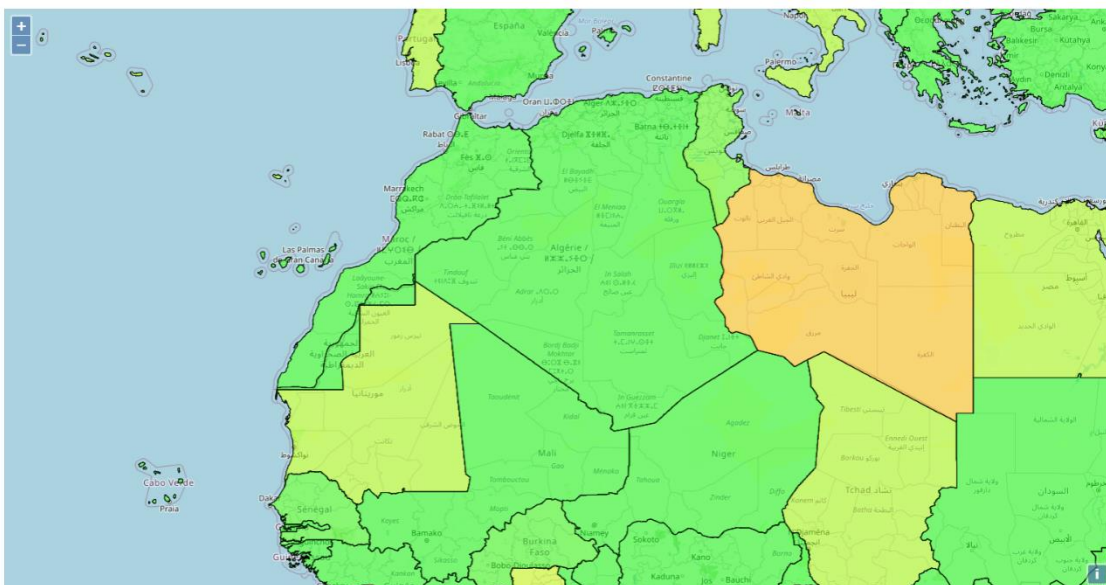
Rys. 26 - Czas ładowania strony w zależności od zastosowania mechanizmu przedwczesnego zaciągania wyników powiązanych przy użyciu stronicowania.

Na podstawie otrzymanych wyników oraz przewidywanej ilości rekordów znajdujących się w bazie danych w czasie w którym system będzie wykorzystywany w placówce UCK do przeprowadzania badań zgodnie z wymaganiami systemowymi można określić że najkorzystniejszą konfiguracją byłoby zastosowanie mechanizmu stronicowania bez

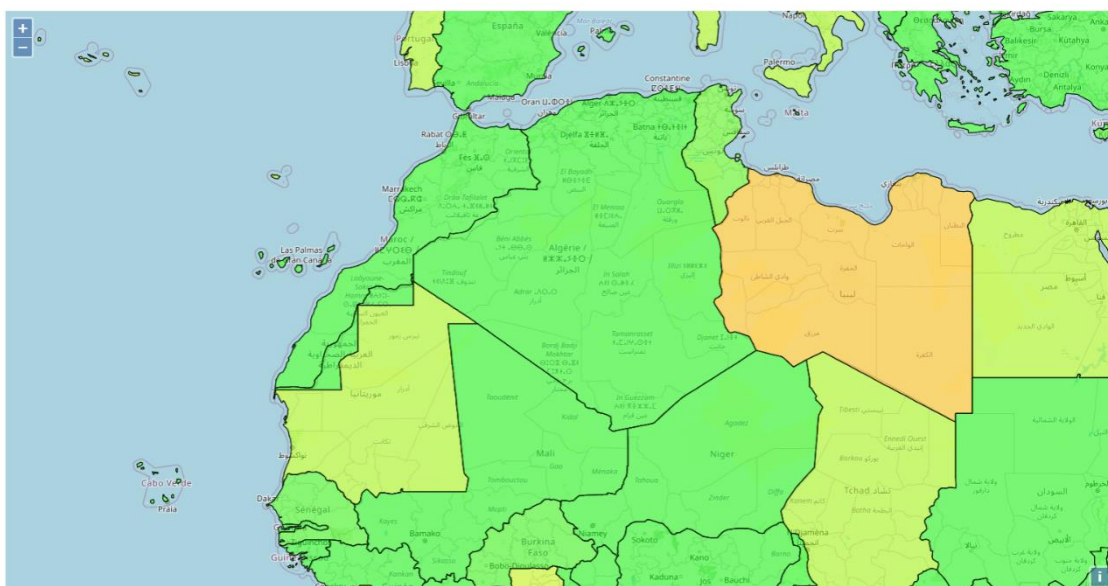
przedwczesnego załadowania rekordów pośrednich. Przy takich ustawieniach systemu przeprowadzono pomiary czasu generowania i renderowania kartogramu na stronie w zależności od rozdzielczości mapy GEOJSON. Metodologia i wymagania wpływające na wybór konkretnego pliku GEOJSON zostały opisane dokładnie w rozdziale 4.3.3. Obsługa badań i wywiadów medycznych, gdzie napisano, że rozdzielczość nie jest kluczowym parametrem do realizacji celi biznesowych. Warto było jednak zbadać wpływ rozmiaru pliku wejściowego na nakład pracy stawiany przeglądarce, gdyż jeżeli byłby on znikomy, to pozwalałoby to na polepszenie wrażeń użytkowników niezauważalnym kosztem. Na podstawie wyników przedstawionych na wykresie na rys. 27 można wywnioskować jednak, że rozdzielczość mapy ma duży wpływ na czas ładowania strony w przeglądarce. Patrząc na znikome różnice wizualne w kontekście globalnym między mapą o rozdzielczości 10 metrów (rys. 28) a taką o rozdzielczości 50 metrów (rys. 29) ciężko znaleźć usprawiedliwienie na wykorzystanie większego pliku GEOJSON.



Rys. 27 - Wykres czasu generacji kartogramu w zależności od rozdzielczości mapy GEOJSON.



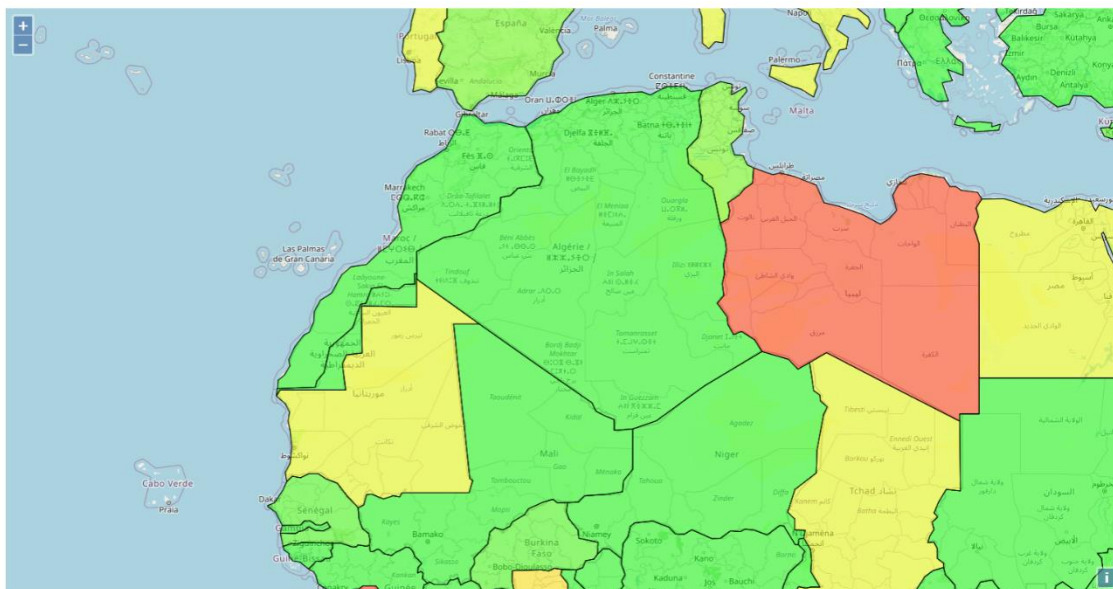
Rys. 28 - Dokładność mapy GEOJSON o rozdzielczości 10 metrów (rozmiar pliku - 20MB).



Rys. 29 - Dokładność mapy GEOJSON o rozdzielczości 50 metrów (rozmiar pliku - 2.8 MB).

Analogiczne porównanie można przeprowadzić między mapą o rozdzielczości 50 metrów (rys. 29) a mapą o rozdzielczości 110 metrów (rys. 30). Niestety w tym przypadku można zauważyć, że niski poziom dokładności mapy GEOJSON zawartej w pliku o mniejszym rozmiarze objawia się nie tylko jej rozdzielczością, ale także brakiem pewnych terenów, takich jak np. Malta czy Wyspy Kanaryjskie. Dodatkowo pewne tereny są grupowane w zbyt dużym stopniu w pojedyncze jednostki administracyjne, co skutkuje innymi wynikami w przedstawianiu liczby pacjentów przypadających na dany rejon w postaci kolorystycznej. Na zamieszczonych obrazkach różnica między dwoma mapami jest najbardziej widoczna w przypadku natężenia

liczby pacjentów w Libii. Takie zakłamanie w porównaniu z wykluczeniem terenów które są popularnymi, egzotycznymi celami turystycznymi jest niedopuszczalne uwzględniając naturę biznesową projektu, zwłaszcza wiedząc, że duża część tych lokalizacji znajduje się w klimacie tropikalnym, a placówka medyczna której klienci są przedstawicielami nosi nazwę „Uniwersyteckie Centrum Medycyny Morskiej i Tropikalnej w Gdyni”.



Rys. 30 - Dokładność mapy GEOJSON o rozdzielczości 110 metrów (rozmiar pliku - 0.5 MB).

5.2 Testy akceptacyjne

5.2.1. Opis przebiegu testów akceptacyjnych

Testy wydajnościowe pozwoliły na ocenę systemu pod kątem technicznym i optymalizacyjnym, jednak nie było to wystarczające do ostatecznego zatwierdzenia sfinalizowania projektu. Wynikało to z wymagań biznesowych narzuconych na aplikację przez klienta, a konkretnie wymaganie o prostocie interfejsu oraz wyspecjalizowanej naturze biznesowej. Pojęcie prostoty interfejsu jest stwierdzeniem bardzo subiektywnym o którym wypowiedzieć mogą się jedynie końcowi użytkownicy. Jednocześnie medyczna natura biznesowa utrudniała autorowi systemu określenie stopnia finalizacji i poprawności systemu i wymagane do tego było zdanie specjalisty. Nie oznacza to, że praca włożona w aspekty techniczne była na darmo, gdyż klient nie przyjąłby systemu, który nie byłby skalowalny i który wykazywałby się dużym czasem przetwarzania instrukcji od użytkownika. Są to jednak cechy, o których klient nietechniczny nie myśli, dopóki takie problemy się nie uwidaczniają.

Jako że w przypadku tego projektu klienci i użytkownicy końcowi byli tą samą grupą, obydwie oceny można było uzyskać w trakcie tych samych konsultacji. W okresie wytwarzania oprogramowania odbyły się trzy spotkania z pracownikami Uniwersyteckiego Centrum Klinicznego, w trakcie których zaprezentowany został im cały system z dokładnym omówieniem

wszystkich funkcjonalności przez niego zapewnianych. W ich trakcie lekarze oceniali poszczególne elementy aplikacji, mogli sami użyć przedstawionego prototypu i określali które elementy zostają zaakceptowane, a które należy poddać modyfikacjom. Pewną przeszkodą był niski stopień wiedzy technicznej klientów oraz niski stopień wiedzy medycznej autora, jednak udało się osiągnąć wspólny język, który pozwolił na porozumienie się tych dwóch grup. Taki tryb pracy przekładał się na wymaganie dotyczące otwartości na modyfikacje i elastyczny tryb wytwarzania oprogramowania na każdym poziomie architektonicznym systemu. Cały proces akceptacyjny był utrudniony przez czas w którym projekt był realizowany, zważając na panującą w tym okresie pandemię wirusa COVID-19, co komplikowało organizację wspomnianych spotkań z powodów bezpieczeństwa, jak i dużego nakładu pracy narzuconego na przedstawicieli UCK, którzy z natury swojego zawodu byli wyjątkowo zapracowani w bieżącym okresie. Z tego powodu udało się zorganizować tylko jedno spotkanie, w którym wszyscy uczestnicy mogli spotkać się fizycznie na wydziale ETI Politechniki Gdańskiej. Pozostałe dwa spotkania zostały zorganizowane w sposób online przy wykorzystaniu platformy wideokonferencyjnej Microsoft Teams. Na szczęście dzięki opcjom współdzielenia ekranu oraz pewnego stopnia przyzwyczajenia uczestników do korzystania z takiego oprogramowania w trakcie pandemii jakość takich spotkań nie była rażąco pogorszona. Ostatecznie cały system został zaakceptowany przez klienta pod kątem biznesowym i projektu interfejsu oraz wszystkie narzucone wymagania zostały uznane za zrealizowane.

5.2.2. Prezentacje przypadków użycia

Oprócz jakości interfejsu użytkownika i poprawności definicji poszczególnych klas biznesowych, kluczowym do stwierdzenia poprawności systemu było zapewnienie, że pozwala on na zrealizowanie wszystkich określonych przypadków użycia. Nie było to coś co dało się stwierdzić krótkim spojrzeniem na system i wymagało zaprezentowania realizacji danych przypadków użycia w systemie. Pozwoliło to udowodnić, że system spełnia wymagania oraz stanowiło formę treningu z korzystania z systemu, co pozwoliło przedstawicielom UCK w sprawniejszy sposób skorzystać z niego własnoręcznie.

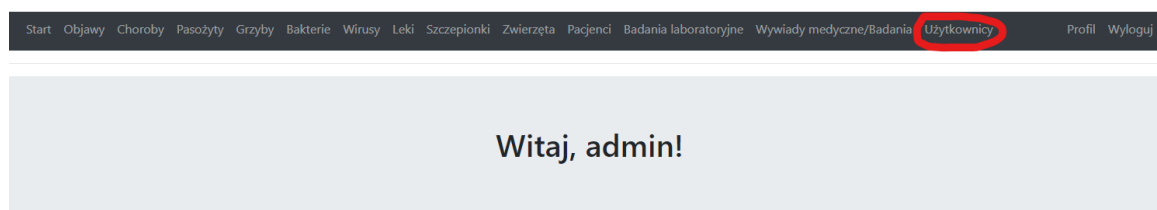
5.2.3. Przypadek użycia – tworzenie nowego konta użytkownika

Utworzenie nowego konta jest operacją możliwą do wykonania tylko przez administratora. Aby tego dokonać, musi on wejść w zakładkę „Użytkownicy” w górnym menu nawigacyjnym (rys. 31). Zostanie on przekierowany na stronę przedstawiającą listę wszystkich użytkowników w systemie, na której znajduje się przycisk pozwalający na dodanie nowego użytkownika (rys. 32). Po jego wciśnięciu przedstawiony zostanie formularz pozwalający na wprowadzenie danych nowego użytkownika. Są to:

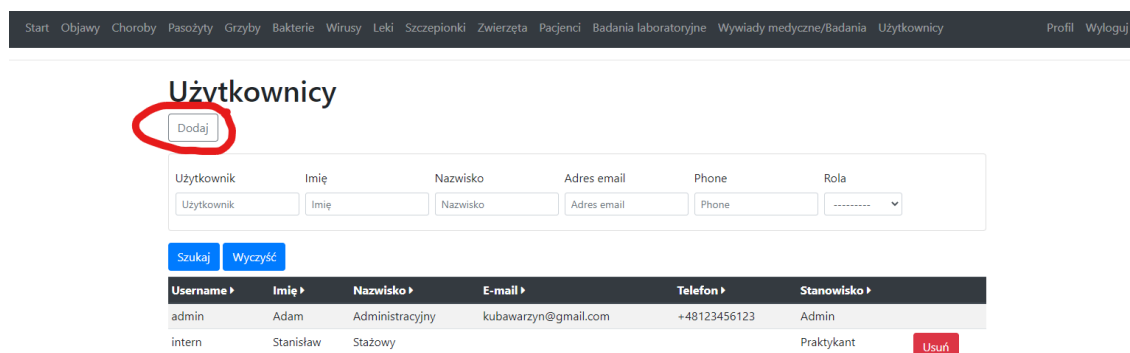
- Login identyfikujący użytkownika w systemie,
- Rola pracownika (stażysta, lekarz, administrator),
- Imię pracownika,
- Nazwisko pracownika,

- E-mail pracownika,
- Numer telefonu pracownika,
- Jednorazowe hasło do logowania,

Po utworzeniu konta administrator zostaje przekierowany na powrót na listę użytkowników, gdzie może zobaczyć, że nowe konto zostało faktycznie dodane do systemu (rys. 34). Po poinformowaniu, że konto zostało utworzone, nowy użytkownik może się zalogować ze strony startowej po wciśnięciu przycisku „Zaloguj” (rys. 35) lub przy próbie wejścia na dowolną podstronę, co w obecnym stanie przekierowałoby go na widok logowania. Po poprawnym wprowadzeniu loginu i hasła (rys. 36) użytkownik uzyska dostęp do zasobów wedle jego uprawnień, wraz z możliwością edycji danych dotyczących własnego profilu dostępnych pod zakładką „Profil” w prawej części menu nawigacyjnego. Oprócz przeglądu i modyfikacji informacji o sobie, pracownik może także zmienić hasło, które początkowo zostało przydzielone mu przez administratora poprzez wciśnięcie przycisku „Zmień hasło” (rys. 38). Użytkownikowi zostanie przedstawiony formularz (rys. 39) na którym po wprowadzeniu aktualnego hasła oraz dwukrotnie (w celu walidacji) nowego hasła będzie mógł się on logować do systemu hasłem znanym tylko jemu.



Rys. 31 - Tworzenie nowego konta użytkownika - krok 1.



Rys. 32 - Tworzenie nowego konta użytkownika - krok 2.

[Start](#)
[Objawy](#)
[Choroby](#)
[Pasożyty](#)
[Grzyby](#)
[Bakterie](#)
[Wirusy](#)
[Leki](#)
[Szczepionki](#)
[Zwierzęta](#)
[Pacjenci](#)
[Badania laboratoryjne](#)
[Wywiady medyczne/Badania](#)
[Użytkownicy](#)
[Profil](#)
[Wyloguj](#)

Dodaj użytkownika

Login

Rola

Imię

Nazwisko

E-mail

Nr telefonu

Hasło

Rys. 33 - Tworzenie nowego konta użytkownika - krok 3.

[Start](#)
[Objawy](#)
[Choroby](#)
[Pasożyty](#)
[Grzyby](#)
[Bakterie](#)
[Wirusy](#)
[Leki](#)
[Szczepionki](#)
[Zwierzęta](#)
[Pacjenci](#)
[Badania laboratoryjne](#)
[Wywiady medyczne/Badania](#)
[Użytkownicy](#)
[Profil](#)
[Wyloguj](#)

Użytkownicy

Użytkownik	Imię	Nazwisko	Adres email	Phone	Rola
<input type="text" value="Uzytkownik"/>	<input type="text" value="Imię"/>	<input type="text" value="Nazwisko"/>	<input type="text" value="Adres email"/>	<input type="text" value="Phone"/>	<input type="text" value="....."/>

Username ▶	Imię ▶	Nazwisko ▶	E-mail ▶	Telefon ▶	Stanowisko ▶
admin	Adam	Administracyjny	kubawarzyn@gmail.com	+48123456123	Admin
intern	Stanisław	Stażowy			Praktykant <input type="button" value="Usuń"/>
imi.naz	Imiesław	Nazwiskowy	imeslaw.nazwiskowy@gmail.com	+48123456789	Lekarz <input type="button" value="Usuń"/>

Rys. 34 - Tworzenie nowego konta użytkownika - krok 4.

[Start](#)
[Objawy](#)
[Choroby](#)
[Pasożyty](#)
[Grzyby](#)
[Bakterie](#)
[Wirusy](#)
[Leki](#)
[Szczepionki](#)
[Zwierzęta](#)
[Pacjenci](#)
[Badania laboratoryjne](#)
[Wywiady medyczne/Badania](#)
[Zaloguj](#)

Nie jesteś zalogowany

Rys. 35 - Tworzenie nowego konta użytkownika - krok 5.

Logowanie

Użytkownik

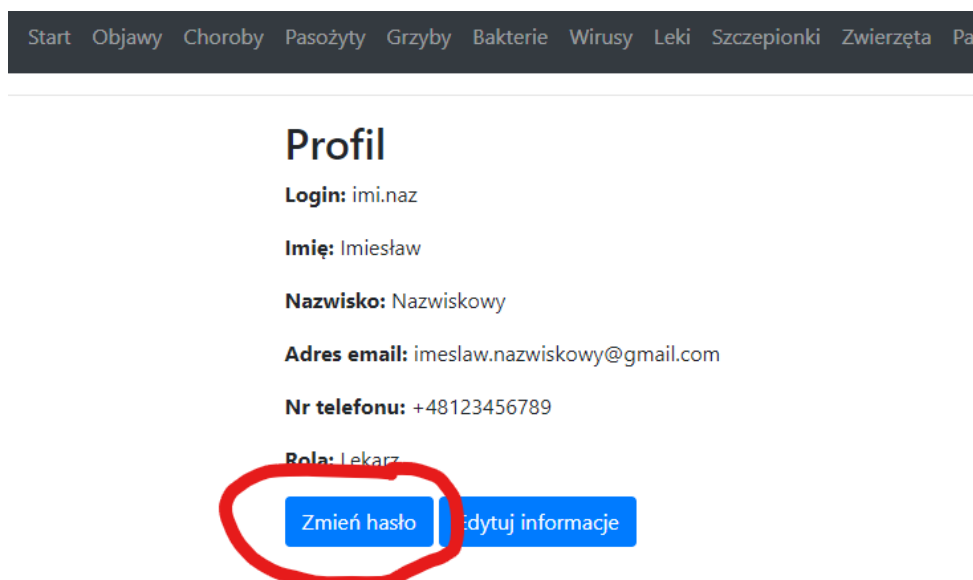
Hasło

Zaloguj

Rys. 36 - Tworzenie nowego konta użytkownika - krok 6.



Rys. 37 - Tworzenie nowego konta użytkownika - krok 7.

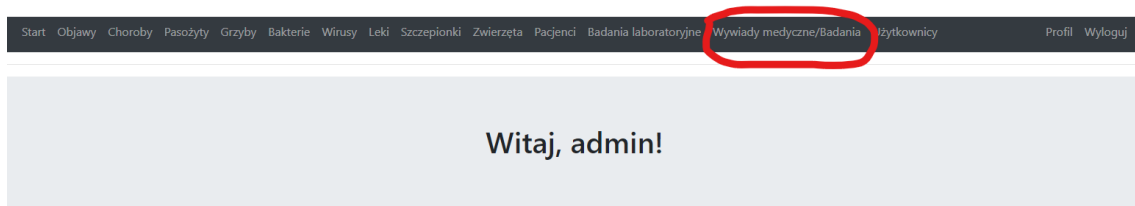


Rys. 38 - Tworzenie nowego konta użytkownika - krok 8.

Rys. 39 - Tworzenie nowego konta użytkownika - krok 9.

5.2.4. Przypadek użycia – przedstawienie konkretnych wywiadów medycznych na mapie świata

Generacja kartogramu na podstawie danych dotyczących wywiadów medycznych pacjentów jest operacją dozwoloną dla każdego użytkownika systemu. Do jej realizacji wymagane jest przedstawienie listy rekordów, a w trakcie przedstawiania przypadku użycia na rzecz testów akceptacyjnych zaprezentowano jednocześnie powiązane opcjonalne przypadki użycia, a konkretnie filtrowanie i sortowanie wyników. Pierwszym krokiem jest wybranie pozycji „Wywiady medyczne / badania” z górnego menu nawigacyjnego (rys. 40). Przekierowuje to użytkownika na widok listujący wywiady medyczne pacjentów w systemie (rys. 41). Już na tym etapie możliwym byłoby przedstawienie danych na mapie świata, jednak analiza tak ogólnych danych nie przyniosłaby zbyt ciekawych wniosków. Na potrzeby historii użytkownika wybrano przypadek, w którym zadaniem jest analiza związków geograficznych między pacjentami, u których wykryto wirusa „Bayou orthohantavirus” lub „Getah virus” w okresie od 01 stycznia 2021 do 30 kwietnia 2021. W tym celu należałoby wypełnić formularz wyszukiwania tak, jak przedstawiono to na rys. 42, a następnie wcisnąć przycisk „Szukaj”. Spowoduje to przefiltrowanie listy na podstawie określonych kryteriów, czego efekty przedstawiono na rys. 43. Jeżeli użytkownik chciałby zobaczyć wyniki w kolejności chronologicznej, należy wcisnąć nagłówek kolumny „Data” tak, aby strzałka przy nazwie kolumny wskazywała do góry, co oznacza sortowanie rosnące (rys. 44). Kiedy użytkownik uzna, że zastosowane filtrowanie spełnia jego oczekiwania musi on wcisnąć przycisk „Pokaż mapę” znajdujący się na górze strony (rys. 45). Wygeneruje to kartogram na podstawie informacji o podróżach pacjentów w postaci interaktywnej mapy świata i wyświetli go na stronie nad formularzem do filtrowania wyników, co przedstawiono na rys. 46. Podążając wymienionymi krokami użytkownik realizuje opisany przypadek użycia.



Rys. 40 - Przedstawienie konkretnych wywiadów medycznych na mapie świata - krok 1.

The screenshot displays the 'Wywiady medyczne / Badania' form and a table of medical history. The form includes fields for patient information (Imię pacjenta, Nazwisko pacjenta, Płeć pacjenta, Wiek pacjenta (minimum), Wiek pacjenta (maksimum), Wykształcenie pacjenta), symptoms (Objawy (dowolne), Objawy (wszystkie), Pasożyty (dowolne), Pasożyty (wszystkie)), diseases (Choroby (dowolne), Choroby (wszystkie), Gryzby (dowolne), Gryzby (wszystkie), Bakterie (dowolne), Bakterie (wszystkie), Wirusy (dowolne), Wirusy (wszystkie)), travel (Data od, Data do, Kraj podróży, Rodzaj wizyty, Stosowana profilaktyka, Czas podróży (kraj), Czas podróży (minimum dni), Czas podróży (maksimum dni), Oporność (gryzby), Oporność (lek)), and resistance (Oporność (stopień)). The table below the form lists patient data and travel history. The 'Wirusy (dowolne)' field in the form is highlighted with a red circle, showing a dropdown menu with 'Bayou orthohantavirus' and 'Getah virus'. The 'Data od' and 'Data do' fields are also highlighted with a red circle, showing '2021-01-01' and '2021-01-30' respectively. The 'Szukaj' button is highlighted with a red circle.

Pacjent	Data	Leki	Objawy	Choroby	Pasożyty	Gryzby	Bakterie	Wirusy	Zwierzęta	Podróże	Badania morfologiczne
Carolyn Prioletti	08 December 2020				Mapotestowiec IV					Ecuador (2020-07-29 do 2020-08-21)	Podgląd Usuń
April Barden	20 June 2021				Pluskwa podczaszkowa					Brazil (2020-11-06 do 2020-11-28) Ecuador (2020-11-24 do 2020-12-05)	Podgląd Usuń
Chester Bonney	24 December 2020				Jelitniak					Argentina (2020-11-05 do 2020-11-17) Chile (2020-06-21 do 2020-07-07)	Podgląd Usuń
Mary Simon	08 October 2020							Getah virus		Bolivia (2020-08-26 do 2020-09-20) Brazil (2019-11-29 do 2019-12-13)	Podgląd Usuń
Robert Paschal	30 May 2021							Cercopithecine alphaherpesvirus 2		Colombia (2020-11-02 do 2020-11-17) Paraguay (2020-11-05 do 2020-11-29) Bolivia (2020-12-15 do 2021-01-09)	Podgląd Usuń
Summer Smith	01 December 2020							Abutilon mosaic virus		Paraguay (2020-07-21 do 2020-08-04)	Podgląd Usuń
David Brown	19 March 2021							Cercopithecine alphaherpesvirus 2		Chile (2020-09-27 do 2020-10-12) Brazil (2020-10-23 do 2020-11-06) Venezuela (2020-12-01 do 2020-12-28)	Podgląd Usuń
Inez Maloy	02 January 2021				Jelitniak					Bolivia (2020-01-20 do 2020-01-22)	Podgląd Usuń
Erin Kauffman	25 May 2021				Pluskwa podczaszkowa					Uruguay (2021-04-13 do 2021-05-01)	Podgląd Usuń
Zachary Walters	19 August 2021				Tasiemiec Niciowy					Ecuador (2021-03-24 do 2021-04-14) Brazil (2021-01-22 do 2021-01-24)	Podgląd Usuń

Rys. 41 - Przedstawienie konkretnych wywiadów medycznych na mapie świata - krok 2.

The screenshot displays the 'Wywiady medyczne / Badania' form and a table of medical history. The form includes fields for patient information (Imię pacjenta, Nazwisko pacjenta, Płeć pacjenta, Wiek pacjenta (minimum), Wiek pacjenta (maksimum), Wykształcenie pacjenta), symptoms (Objawy (dowolne), Objawy (wszystkie), Pasożyty (dowolne), Pasożyty (wszystkie)), diseases (Choroby (dowolne), Choroby (wszystkie), Gryzby (dowolne), Gryzby (wszystkie), Bakterie (dowolne), Bakterie (wszystkie), Wirusy (dowolne), Wirusy (wszystkie)), travel (Data od, Data do, Kraj podróży, Rodzaj wizyty, Stosowana profilaktyka, Czas podróży (kraj), Czas podróży (minimum dni), Czas podróży (maksimum dni), Oporność (gryzby), Oporność (lek)), and resistance (Oporność (stopień)). The 'Wirusy (dowolne)' field in the form is highlighted with a red circle, showing a dropdown menu with 'Bayou orthohantavirus' and 'Getah virus'. The 'Data od' and 'Data do' fields are also highlighted with a red circle, showing '2021-01-01' and '2021-01-30' respectively. The 'Szukaj' button is highlighted with a red circle.

Pacjent	Data	Leki	Objawy	Choroby	Pasożyty	Gryzby	Bakterie	Wirusy	Zwierzęta	Podróże	Badania morfologiczne
Carolyn Prioletti	08 grudnia 2020				Mapotestowiec IV					Ecuador (2020-07-29 do 2020-08-21)	Podgląd Usuń

Rys. 42 - Przedstawienie konkretnych wywiadów medycznych na mapie świata - krok 3.

[Dodaj](#) [Pokaż mapę](#)

Szukaj Wyczyść Pobierz

Pacjent	Data	Leki	Objawy	Choroby	Pasożyty	Grzyby	Bakterie	Wirusy	Zwierzęta	Podróże	Badania morfologiczne	
Francis Stebbins	26 February 2021							Bayou orthohantavirus		Peru (2020-07-13 do 2020-07-19)	<button>Podgląd</button>	<button>Usun</button>
Alex Rasmussen	03 March 2021							Bayou orthohantavirus		Paraguay (2020-04-30 do 2020-05-26) Peru (2020-11-20 do 2020-12-04)	<button>Podgląd</button>	<button>Usun</button>
Gary Rutledge	11 February 2021							Cetah virus		Peru (2020-04-23 do 2020-04-25) Bolivia (2020-11-24 do 2020-12-16) Brazil (2020-12-31 do 2021-01-02)	<button>Podgląd</button>	<button>Usun</button>
Tiffany Neal	15 February 2021							Bayou orthohantavirus		Brazil (2020-12-23 do 2021-01-03) Brazil (2020-08-30 do 2020-09-28) Colombia (2020-06-11 do 2020-07-03)	<button>Podgląd</button>	<button>Usun</button>
Beverly Davis	02 March 2021							Cetah virus		Argentina (2020-04-17 do 2020-04-25)	<button>Podgląd</button>	<button>Usun</button>
Joseph Bayless	15 January 2021							Bayou orthohantavirus		Peru (2020-10-01 do 2020-10-15)	<button>Podgląd</button>	<button>Usun</button>
Truman Brown	07 March 2021							Cetah virus		Paraguay (2020-07-30 do 2020-08-04) Venezuela (2020-08-02 do 2020-08-22)	<button>Podgląd</button>	<button>Usun</button>
Zachary Walters	10 January 2021							Cetah virus		Colombia (2020-09-30 do 2020-10-06) Argentina (2020-06-29 do 2020-09-25) Argentina (2020-07-31 do 2020-08-26)	<button>Podgląd</button>	<button>Usun</button>
Lloyd Woods	16 April 2021							Bayou orthohantavirus		Ecuador (2020-06-08 do 2020-06-26) Peru (2020-06-26 do 2020-07-18) Guyana (2020-11-15 do 2020-12-02)	<button>Podgląd</button>	<button>Usun</button>
Rebecca Bills	29 January 2021							Cetah virus		Peru (2020-12-11 do 2020-12-29) Colombia (2020-03-26 do 2020-04-06) Paraguay (2020-07-31 do 2020-08-02)	<button>Podgląd</button>	<button>Usun</button>
<div><div>< 1 2 3 4 ></div></div>												

Rys. 43 - Przedstawienie konkretnych wywiadów medycznych na mapie świata - krok 4.

Szukaj	Wyczyść	Pobierz										
Pacjent *	Data *	Leki	Objawy	Choroby	Pasżyty	Grzyby	Bakterie	Wirusy	Zwierzęta	Podróż	Badania morfologiczne	
Steve Williams	08 stycznia 2021							Cetah virus		Venezuela (2020-10-02 do 2020-10-05) Guyana (2020-11-28 do 2020-12-16)	<button>Podgląd</button>	<button>Usun</button>
Zachary Walters	10 stycznia 2021							Cetah virus		Colombia (2020-09-30 do 2020-10-06) Argentina (2020-08-29 do 2020-09-25) Argentina (2020-07-31 do 2020-08-26)	<button>Podgląd</button>	<button>Usun</button>
Joseph Bayless	15 stycznia 2021							Bayou orthohantavirus		Peru (2020-10-01 do 2020-10-15)	<button>Podgląd</button>	<button>Usun</button>
Gary Rutledge	18 stycznia 2021							Cetah virus		Peru (2020-05-02 do 2020-06-01)	<button>Podgląd</button>	<button>Usun</button>
Edward Underwood	25 stycznia 2021							Bayou orthohantavirus		Uruguay (2020-04-25 do 2020-05-10) Venezuela (2020-05-05 do 2020-05-23) Venezuela (2020-02-13 do 2020-03-08)	<button>Podgląd</button>	<button>Usun</button>
Edward Underwood	25 stycznia 2021							Bayou orthohantavirus		Ecuador (2020-02-29 do 2020-03-04) Brazil (2020-05-28 do 2020-06-05)	<button>Podgląd</button>	<button>Usun</button>
Rebecca Bills	29 stycznia 2021							Cetah virus		Peru (2020-12-11 do 2020-12-29) Colombia (2020-03-26 do 2020-04-06) Paraguay (2020-07-31 do 2020-08-02)	<button>Podgląd</button>	<button>Usun</button>
Gary Rutledge	11 lutego 2021							Cetah virus		Peru (2020-04-23 do 2020-04-25) Bolivia (2020-11-24 do 2020-12-16) Brazil (2020-12-31 do 2021-01-02)	<button>Podgląd</button>	<button>Usun</button>
Tiffany Neal	15 lutego 2021							Bayou orthohantavirus		Brazil (2020-12-23 do 2021-01-03) Brazil (2020-08-30 do 2020-09-28) Colombia (2020-06-11 do 2020-07-03)	<button>Podgląd</button>	<button>Usun</button>
Eliza Nowak	16 lutego 2021							Bayou orthohantavirus		Uruguay (2021-01-03 do 2021-01-20) Ecuador (2020-08-30 do 2020-09-26) Venezuela (2020-07-10 do 2020-08-09)	<button>Podgląd</button>	<button>Usun</button>

Rys. 44 - Przedstawienie konkretnych wywiadów medycznych na mapie świata - krok 5.

[Dodaj](#) [Pokaż mapę](#)

Szukaj Wyczyść Pobierz

Rys. 45 - Przedstawienie konkretnych wywiadów medycznych na mapie świata - krok 6.

Dodaj

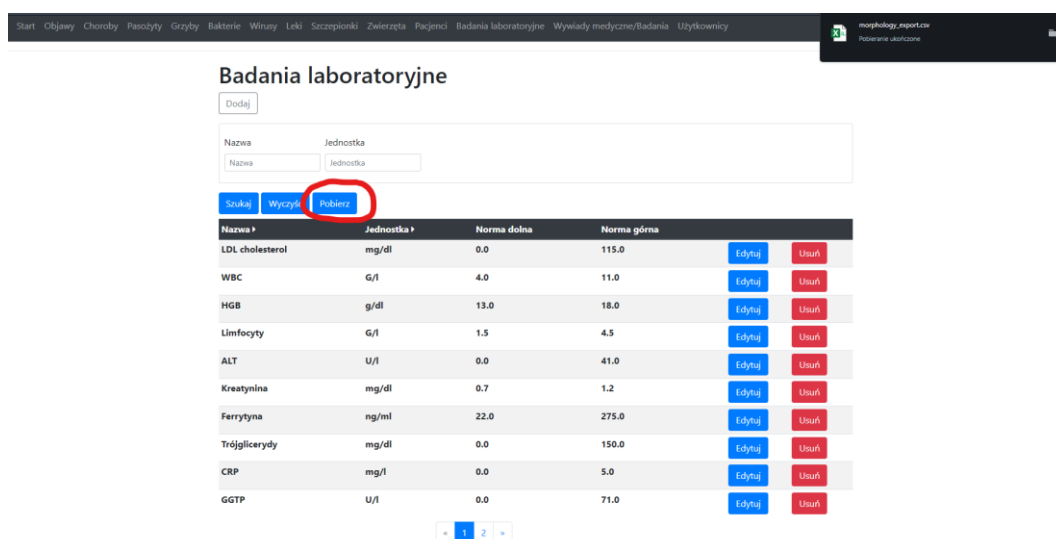


Szukaj Wyczyść Pobierz

Rys. 46 - Przedstawienie konkretnych wywiadów medycznych na mapie świata - krok 7.

5.2.5. Przypadek użycia – pobranie rekordów do pliku

W celu pobrania rekordów użytkownik musi wybrać z górnego menu nawigacyjnego pozycję, która go interesuje. Przeprowadzi to go na widok listujący rekordy, na którym nad tabelą znajduje się przycisk „Pobierz”, którego wciśnięcie rozpocznie pobieranie pliku w formacie CSV zawierającego informacje o rekordach przedstawionych w tabeli (rys. 47). Oznacza to, że przefiltrowanie wyników na podstawie wybranych kryteriów wpływa także na zawartość pobranego dokumentu. Wyeksportowany plik użytkownik może następnie otworzyć w ulubionym programie obsługującym format CSV (co przedstawiono na rys. 48) i tam przeprowadzić dalsze operacje.



Rys. 47 - Pobranie rekordów do pliku - krok 1.

morphology_export ☆ Zapisano na Dysku

Plik Edytuj Widok Wstaw Formatuj Dane Narzędzia Dodatki Pomoc Ostatnia modyfikacja: chwilę temu

100% 10 Arial B I A

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	ID	Nazwa	Jednostka	Norma dolna	Norma górna			
2	18	LDL cholesterol	mg/dl	0.0	115.0			
3	1	WBC	G/l	4.0	11.0			
4	6	HGB	g/dl	13.0	18.0			
5	3	Limfocyty	G/l	1.5	4.5			
6	8	ALT	U/l	0.0	41.0			
7	13	Kreatynina	mg/dl	0.7	1.2			
8	16	Ferrytyna	ng/ml	22.0	275.0			
9	19	Trójglicerydy	mg/dl	0.0	150.0			
10	14	CRP	mg/l	0.0	5.0			
11	11	GGTP	U/l	0.0	71.0			
12	17	Cholesterol	mg/dl	115.0	190.0			
13	9	AST	U/l	0.0	40.0			
14	12	Glukoza	mg/dl	70.0	99.0			
15	4	Eozynofile	G/l	0.04	0.4			
16	5	RBC	T/l	4.5	6.5			
17	7	PLT	G/l	150.0	400.0			
18	10	ALP	U/l	40.0	130.0			
19	2	Neurocyty	G/l	2.0	7.5			
20	15	Żelazo w surowicy	mg/dl	59.0	158.0			
21								
22								
23								

Rys. 48 - Pobranie rekordów do pliku - krok 2.

5.2.6. Przypadek użycia – dodanie rekordu

Dodanie nowego rekordu jest operacją, do której wykonania użytkownik musi mieć przywileje przynajmniej lekarza. Kiedy wybierze on z górnego menu nawigacyjnego pozycję, do której chce dodać nowy rekord, musi on wcisnąć przycisk „Dodaj” znajdujący się na górze strony. Wyświetli to formularz umożliwiający wprowadzenie informacji o nowym rekordzie. Kiedy użytkownik wypełni wszystkie obowiązkowe pola i wcisnie przycisk „Zapisz” (rys. 50) wykonana zostanie walidacja formularza i dodanie nowego rekordu w przypadku, w którym przejdzie ona pomyślnie, albo wyświetlenie użytkownikowi ewentualnych błędów w przeciwnym razie (rys. 51). Użytkownik może też wcisnąć przycisk „Wróć” aby anulować operację dodania nowego rekordu. Jeżeli postanowi on jednak dodać nowy element i zrobi to poprawnie, zostanie on przekierowany na widok listujący, gdzie będzie mógł zobaczyć w tabeli nowo dodany rekord (rys. 52).

Parazyty

Dodaj

Gatunek Sub-typ

Gatunek Sub-typ

Szukaj Wyczyść Pobierz

Gatunek ▾	Sub-typ ▾	Objawy		
Tasiemiec	Goździkowy	Ból brzucha	Podgląd	Usuń
Jelitniak		Ból brzucha Biegunka	Podgląd	Usuń
Pluskwa podczaszkowa		Ból głowy	Podgląd	Usuń
Tasiemiec	Niciowy	Biegunka	Podgląd	Usuń
Mapotestowiec	IV		Podgląd	Usuń

Rys. 49 - Dodanie rekordu - krok 1.

Wirusy Bakterie Wirusy Leki Szczepionki Zwierzęta Pacjenci Badania laboratoryjne Wywiady medyczne/Badania Użytkownicy

Dodaj pasożyta

Gatunek
Bąblowiec

Sub-typ
Sub-typ

Objawy
x Kaszel x Duszności

Zapisz Wróć

Rys. 50 - Dodanie rekordu - krok 2.

Wirusy Bakterie Wirusy Leki Szczepionki Zwierzęta Pacjenci Badania laboratoryjne Wywiady medyczne/Badania Użytkownicy

Dodaj pasożyta

Gatunek
Gatunek

Sub-typ
Sub-typ

Objawy
x Kaszel x Duszności

Zapisz Wróć

! Wypełnij to pole.

Rys. 51 - Dodanie rekordu - krok 3.

Pasożyty

Dodaj

Gatunek Sub-typ

Gatunek

Sub-typ

Szukaj

Wyczyść

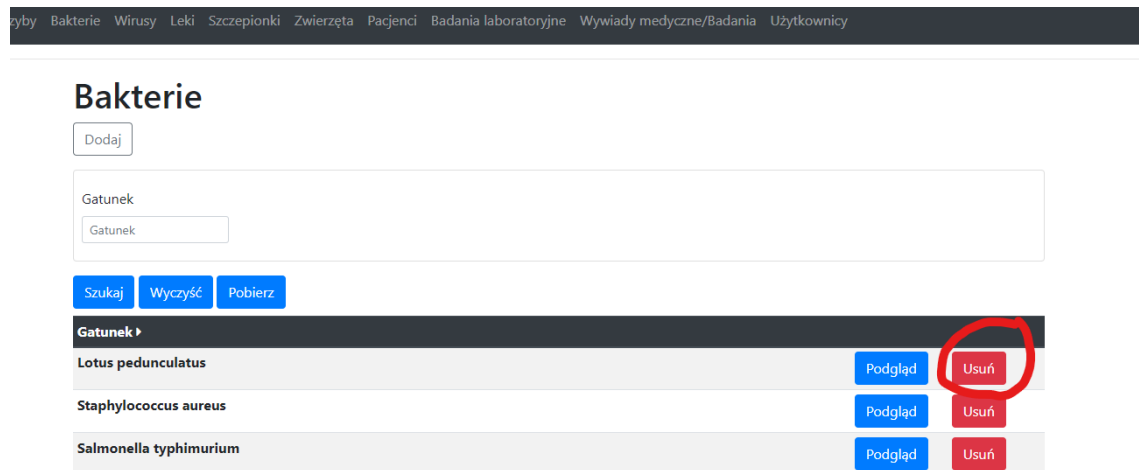
Pobierz

Gatunek ▶	Sub-typ ▶	Objawy		
Tasiemiec	Goździkowy	Ból brzucha	Podgląd	Usuń
Jelitniak		Ból brzucha Biegunka	Podgląd	Usuń
Pluskwa podczaszkowa		Ból głowy	Podgląd	Usuń
Tasiemiec	Niciowy	Biegunka	Podgląd	Usuń
Mapotestowiec	IV		Podgląd	Usuń
Bąblowiec		Kaszel Duszności	Podgląd	Usuń

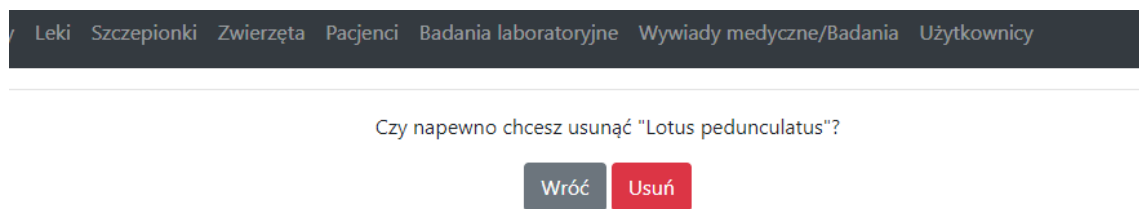
Rys. 52 - Dodanie rekordu - krok 4.

5.2.7. Przypadek użycia – usunięcie rekordu

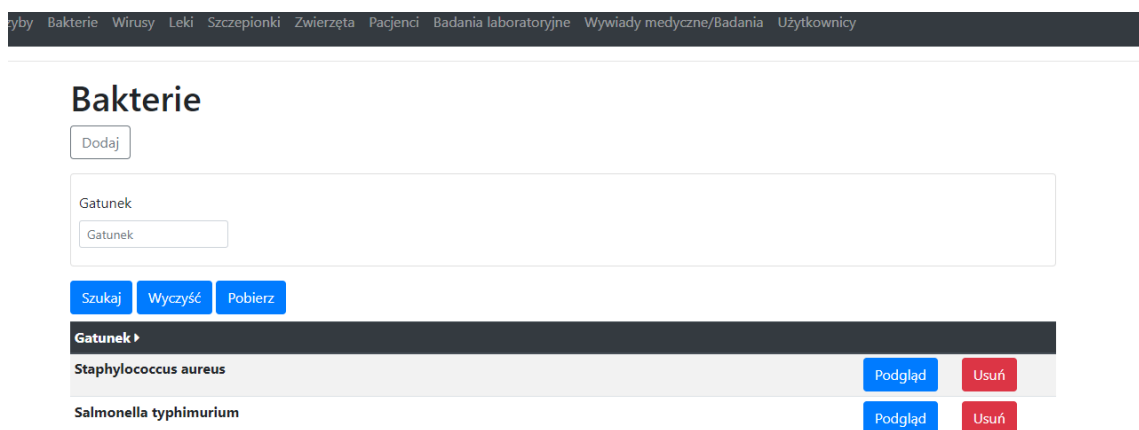
Usunięcie rekordu jest operacją, do której wykonania użytkownik musi mieć przywileje przynajmniej lekarza. Pierwszym co musi zrobić użytkownik chcący ją wykonać jest wybranie interesującej go kategorii z górnego menu nawigacyjnego. Przekieruje go to na widok listujący rekordy danego typu. W tabeli po prawej stronie wiersza który użytkownik chce usunąć musi on wcisnąć czerwony przycisk „Usuń” (rys. 53). Przekieruje to go na widok oczekujący potwierdzenia decyzji, przedstawiony na rys. 54. Jeżeli użytkownik wcisnie przycisk „Wróć” to operacja zostanie anulowana i zostanie on przekierowany z powrotem na stronę listującą, zaś jeżeli wybierze opcję „Usuń”, to rekord zostanie usunięty z systemu, a użytkownik zostanie przekierowany na stronę listującą, gdzie będzie mógł zobaczyć, że dany obiekt faktycznie nie znajduje się już w tabeli (rys. 55). Jeżeli jednak nastąpi sytuacja, w której użytkownik próbuje usunąć rekord będący w relacji z innym obiektem i przez będący niego chronionym, na przykład bakterię którą opisano w którychś wywiadach medycznych, to operacja zostanie zablokowana w celu zachowania integralności danych, a użytkownikowi wyświetlony zostanie odpowiedni komunikat, przedstawiony na rys.56.



Rys. 53 - Usunięcie rekordu - krok 1.



Rys. 54 - Usunięcie rekordu - krok 2.



Rys. 55 - Usunięcie rekordu - krok 3.

Wystąpił błąd

Obiekt który próbujesz usunąć jest używany przez inne rekordy w systemie. Usuń je lub ich powiązania z danym obiektem.

Wróć

Rys. 56 - Usunięcie rekordu - krok 4.

5.2.8. Przypadek użycia – edycja rekordu

Edycja rekordu jest kolejnym i ostatnim przypadkiem użycia, do którego wymagane są od użytkownika uprawnienia co najmniej lekarskie. Tak jak w przypadku operacji dodania lub usunięcia rekordu pierwszym co użytkownik musi zrobić jest wybranie interesującej go kategorii z górnego menu nawigacyjnego. Przekieruje go to na widok listujący, gdzie w tabeli musi wcisnąć przycisk „Edytuj” po prawej stronie interesującego go wiersza (rys. 57). W przypadku, w którym wybrana klasa rekordów jest zbyt rozległa, aby przedstawić ją w całości w tabeli, przycisk ten jest zastąpiony przyciskiem „Podgląd” (rys. 58) przekierowującym na widok szczegółowy obiektu, na dole którego wybrać można chęć edycji (rys. 59). Po wciśnięciu przycisku „Edytuj” w dowolnym z tych miejsc przez użytkownika, zostanie on przekierowany do formularza zbliżonego wyglądem do tego, który używany jest w przypadku dodania nowego rekordu. Aby jednak nie wprowadzać go w błąd, tytuł formularza informuje użytkownika o aktualnie wykonywanej operacji, co pokazano na rys. 60. Podobnie jak w przypadku tworzenia nowego rekordu, użytkownik może wcisnąć przycisk „Wróć” aby anulować operację lub wprowadzić pożądane zmiany a następnie wcisnąć przycisk „Zapisz” aby zatwierdzić je w systemie. Po wybraniu którejkolwiek zostanie on przekierowany z powrotem na stronę listującą lub szczegółową obiektu, w zależności od tego, gdzie znajdował się przycisk „Edytuj”.

Objawy

[Dodaj](#)

Nazwa

[Szukaj](#)

[Wyczyść](#)

[Pobierz](#)

Nazwa ▶

Duszności

[Edytuj](#)

[Usuń](#)

Biegunka

[Edytuj](#)

[Usuń](#)

Ból głowy

[Edytuj](#)

[Usuń](#)

Wysypka

[Edytuj](#)

[Usuń](#)

Kaszel

[Edytuj](#)

[Usuń](#)

Ból brzucha

[Edytuj](#)

[Usuń](#)

Rys. 57 - Edycja rekordu - krok 1.

Wywiady medyczne / Badania

[Dodaj](#) [Pokaż mapę](#)

Imię pacjenta Nazwisko pacjenta Płeć pacjenta Wiek pacjenta (minimum) Wiek pacjenta (maksimum) Wykształcenie pacjenta Objawy (dowolne) Objawy (wszystkie) Pasożyty (dowolne) Pasożyty (wszystkie)
 Choroby (dowolne) Choroby (wszystkie) Grzyby (dowolne) Grzyby (wszystkie) Bakterie (dowolne) Bakterie (wszystkie) Wirusy (dowolne) Wirusy (wszystkie)
 Data od Data do Kraj podróży Rodzaj wizyty Stosowana profilaktyka Czas podróży (kraj) Czas podróży (minimum dni) Czas podróży (maksimum dni)
 Oporność (grzyb) Oporność (lek) Oporność (stopeń)

[Szukaj](#) [Wyczyść](#) [Pobierz](#)

Pacjent ▶	Data ▶	Leki	Objawy	Choroby	Pasożyty	Grzyby	Bakterie	Wirusy	Zwierzęta	Podróże	Badania morfologiczne
Rebecca Bills	16 lipca 2021				Pluskwa podczaszkowa					Chile (2020-08-19 do 2020-09-18)	Podgląd Usuń
Isabella Beaumont	21 grudnia 2020							Getah virus		Bolivia (2020-08-02 do 2020-08-14)	Podgląd Usuń
Donna Hayes	07 lipca 2021							Bayou orthohantavirus		Chile (2021-01-30 do 2021-02-21) Ecuador (2020-10-02 do 2020-10-08) Guyana (2020-09-18 do 2020-10-03)	Podgląd Usuń
Alex Rasmussen	05 lipca 2021							Getah virus		Paraguay (2020-08-28 do 2020-09-03) Brazil (2021-04-25 do 2021-05-02)	Podgląd Usuń
Mary Mason	07 czerwca 2021							Abutilon mosaic virus		Guyana (2021-03-14 do 2021-04-02) Guyana (2021-03-14 do 2021-03-27) Chile (2020-10-18 do 2020-10-31)	Podgląd Usuń
Steve Williams	07 marca 2021				Pluskwa niefazyczna					Argentina (2020-09-28 do 2020-10-03)	Podgląd Usuń

Rys. 58 - Edycja rekordu - krok 2.

Start

Objawy

Choroby

Pasożyty

Grzyby

Bakterie

Wirusy

Leki

Szczepionki

Zwierzęta

Pacjenci

Badania laboratoryjne

Wywiady medyczne/Badania

Użytkownicy

Profil

Wyloguj

Badanie

Pacjent: Rebecca Bills

Data: 16 lipca 2021

Objawy: Brak

Pasożyty:

Pasożyt

Pluskwa podczaskowa

Choroby: Brak

Leki: Brak

Grzyby: Brak

Bakterie: Brak

Wirusy: Brak

Kontakty ze zwierzętami: Brak

Podróż:

Kraj	Początek	Koniec	Odżywianie	Napoje	Rodzaj pobytu	Korzystanie z porady specjalistycznej	Stosowanie profilaktyki
Chile	19 sierpnia 2020	18 września 2020	???	???	???	???	???

Badania morfologiczne: Brak

pogrubienie warstwy kolagenu u podstawy komórek nabłonka: ???

zwiększona liczba limfocytów śródnamionkowych: ???

naciek z limfocytów: ???

naciek z plazmacytów: ???

naciek z eozynofili: ???

naciek z komórek tucznych: ???

naciek z neutrocytów: ???

Notatka: Brak

Wzrost

Edytuj

Rys. 59 - Edycja rekordu - krok 3.

Bakterie

Wirusy

Leki

Szczepionki

Zwierzęta

Pacjenci

Badania laboratoryjne

Wywiady medyczne/Badania

Użytkownicy

Edytuj pasożyta

Gatunek

Bąblowiec

Sub-typ

Sub-typ

Objawy

Kaszel

Duszności

Zapisz

Wróć

Rys. 60 - Edycja rekordu - krok 4.

6. Podsumowanie

Celem projektu było przygotowanie specjalistycznego narzędzia na potrzeby badań realizowanych przez pracowników Uniwersyteckiego Centrum Klinicznego, pozwalającego na geograficzną analizę danych dotyczących pacjentów powracających z krajów tropikalnych. We wstępie pracy omówiono korzyści wynikające z zastosowań rozwiązań geoinformatycznych w dziedzinie medycyny. Kluczowym wymaganiem było przygotowanie aplikacji sieciowej, docelowo zamieszczonej w szpitalnej sieci komputerowej, której użytkowanie nie sprawiałoby problemów osobom niedoświadczonym technicznie. Z tego powodu postanowiono zrealizować system w

postaci aplikacji przeglądarkowej, dzięki czemu proces wdrożenia ograniczyłby się do instalacji oprogramowania na głównym serwerze, a użytkownikom zaprezentowany zostanie interfejs graficzny znany z większości popularnych serwisów internetowych.

Na rynku znaleźć można wiele darmowych rozwiązań pozwalających na przeprowadzenie takich analiz, jednak wykazują się one pewnymi wadami uniemożliwiającymi zastosowanie ich do realizacji potrzeb klienta. Uniedogodnienia te zostały opisane wraz z przykładami w rozdziale 2 i w ogólnej formie sprowadzają się one do niskiego poziomu konfigurowalności. Czyni je to mało pomocnymi do analizy przypadków specyficznych i nie będących głównym skupieniem światowych organizacji medycznych.

Wymagania i cele klienta oraz wynioskowane na ich podstawie listy komponentów i udziałowców systemu opisano w rozdziale 3. Przedstawiono też przypadki użycia których realizację aplikacja musiała umożliwić, aby przejść proces akceptacyjny. W trakcie realizacji projektu ważna była jednak elastyczność i otwartość na modyfikacje do uprzednio narzuconych wymogów na podstawie uwag kierowanych przez lekarzy. Wynikało to z niskiej wiedzy medycznej autora oraz niskiej wiedzy technicznej przedstawicieli UCK, przez co projekt był realizowany metodologią zwinną opartą na częstych konsultacjach.

W rozdziale 4 omówiono projekt systemu na poszczególnych warstwach architektonicznych. Do jego realizacji postanowiono wykorzystać framework aplikacji sieciowych Django, co znacząco przyspieszyło ten proces, jednak narzuciło pewne dodatkowe wymagania co do użytej architektury. Projekt warstwy danych, opierającej się na silniku PostgreSQL, został opisany wraz z pewnymi problemami które wynikały z przyjętej jego formy i które musiały zostać wzięte pod uwagę podczas przetwarzania informacji w wyższych warstwach systemu. Schemat klas biznesowych po stronie serwera realizowany musiał być w zgodności z konwencją narzuconą przez framework Django z pewnymi dodatkowymi modułami, jednak po stronie klienta potrzebna była implementacja elementów pozwalających na realizację wymagania dotyczącego prezentacji danych o pacjentach na mapie świata w postaci kartogramu. Zaletą osadzenia aplikacji w przeglądarce internetowej była możliwość wykorzystania popularnych bibliotek CSS do przygotowania interfejsu graficznego użytkownika, co zmniejsza próg wejścia do korzystania z systemu.

Gotowy system był poddany testom optymalizacyjnym i akceptacyjnym których przebieg opisano w rozdziale 5. Zbadano wpływ wynikający z zastosowań metod przedwczesnego ładowania oraz stronicowania przy pobieraniu rekordów z bazy danych na czas pracy systemu DBMS oraz ładowania strony, a także czas ładowania strony w zależności od rozdzielczości użytej mapy GEOJSON. W drugiej części rozdziału opisano potrzebę i przebieg testów akceptacyjnych wraz z trudnościami ich realizacji wynikającymi z pandemii wirusa COVID-19 w okresie realizacji projektu. Przedstawiono także realizację przypadków użycia w systemie, co stanowiło kolejny etap akceptacyjny oraz pewną formą szkolenia przyszłych użytkowników w korzystaniu z aplikacji.

Wszystkie narzucone wymagania zostały zrealizowane. Na potrzeby następnych projektów system można by rozszerzyć o dodatkowe, bardziej rozbudowane narzędzia

pozwalające na przeprowadzenie analiz danych. Innym elementem otwartym na ulepszenia jest konstrukcja mapy GEOJSON reprezentującej poszczególne jednostki administracyjne w sposób bardziej przystosowany pod wymagania użytkownika. W kolejnym etapie można by rozszerzyć definicje poszczególnych przypadłości w systemie, takich jak grzyby, pasożyty, bakterie i inne, w sposób bardziej ustandaryzowany w globalnym środowisku naukowym, gdyż w obecnym podejściu wykorzystują one tylko takie pola, które przedstawiciele UCK uznali za konieczne.

WYKAZ LITERATURY

- [1] Centers for Disease Control and Prevention (CDC) [online]. [dostęp: 07.04.2021]. Dostępny w internecie: <https://www.cdc.gov/>
- [2] CDC - United States Cancer Statistics: Data Visualizations [online]. [dostęp: 07.04.2021]. Dostępny w internecie: <https://gis.cdc.gov/Cancer/USCS/DataViz.html>
- [3] CDC – NCHHSTP AtlasPlus [online]. [dostęp: 07.04.2021]. Dostępny w internecie: <https://www.cdc.gov/nchhstp/atlas/index.htm>
- [4] Strona wydziału CSSE na Johns Hopkins University, USA [online]. [dostęp: 08.04.2011]. Dostępny w internecie: <https://systems.jhu.edu/>
- [5] COVID-19 Dashboard by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University (JHU) [online]. [dostęp: 08.04.2021]. Dostępny w internecie: <https://gisanddata.maps.arcgis.com/apps/opsdashboard/index.html#/bda7594740fd40299423467b48e9ecf6>
- [6] COVID-19 Data Repository by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University [online]. [dostęp: 08.04.2021]. Dostępny w internecie: <https://github.com/CSSEGISandData/COVID-19>
- [7] Światowa Organizacja Zdrowia [online]. [dostęp: 08.04.2021]. Dostępny w internecie: <https://www.who.int/>
- [8] WHO - Coronavirus disease (COVID-19) Situation dashboard [online]. [dostęp: 08.04.2021]. Dostępny w internecie: <https://covid19.who.int/>
- [9] WHO - World malaria report 2017 - regional profiles [online]. [dostęp: 08.04.2021]. Dostępny w internecie: <https://www.who.int/malaria/publications/world-malaria-report-2017/wmr2017-regional-profiles.pdf>
- [10] Rinu Gour, „Working Structure of Django MTV Architecture” [online]. [dostęp: 16.06.2021]. Dostępny w internecie: <https://towardsdatascience.com/working-structure-of-django-mtv-architecture-a741c8c64082>
- [11] Dokumentacja Django – FAQ: General [online]. [dostęp: 16.06.2021]. Dostępny w internecie: <https://docs.djangoproject.com/en/dev/faq/general/#djangoappears-to-be-a-mvc-framework-but-you-call-the-controller-the-view-and-the-view-the-template-how-come-you-don-t-use-the-standard-names>
- [12] Strona główna PostgreSQL - What is PostgreSQL? [online]. [dostęp: 18.06.2021]. Dostępny w internecie: <https://www.postgresql.org/about/>
- [13] Dokumentacja Django – Strona startowa [online]. [dostęp: 04.08.2021]. Dostępny w internecie: <https://docs.djangoproject.com/en/3.2/>
- [14] Wykorzystana mapa GEOJSON [online]. [dostęp: 22.02.2021]. Dostępny w internecie: <https://geojson-maps.ash.ms/>
- [15] Strona główna frameworka stylistycznego Bootstrap [online]: [dostęp: 11.08.2021]. Dostępny w internecie: <https://getbootstrap.com/>
- [16] Strona główna Select2 [online]: [dostęp: 11.08.2021]. Dostępny w internecie: <https://select2.org/>

WYKAZ RYSUNKÓW

Rys. 1 - CDC - Dane dotyczące nowotworu w USA przedstawione na mapie Kraju [2]	11
Rys. 2 - Dane dotyczące HIV w USA w roku 2020 przedstawione na mapie kraju i w tabelce [3]	12
Rys. 3 - COVID-19 Dashboard [5].	13
Rys. 4 - Coronavirus disease (COVID-19) Situation dashboard – mapa świata [8].....	14
Rys. 5 - Coronavirus disease (COVID-19) situation dashboard – wykresy [8]	14
Rys. 6 - Raport WHO dotyczący stanu epidemiologicznego malarii w Afryce Centralnej [9].	15
Rys. 7 - Diagram przypadków użycia.	21
Rys. 8 - Diagram wdrożenia systemu.....	22
Rys. 9 - Diagram architektury frameworku Django [10]	23
Rys. 10 - Diagram modelu bazy danych.	24
Rys. 11 – Zapytanie do bazy danych pobierające rekordy będące w relacji z żądanymi encjami, skonstruowane domyślnie oraz po zastosowaniu przedwczesnego wczytania.....	26
Rys. 12 - Uproszczony model klas logiki biznesowej.	28
Rys. 13 - Diagram logiki biznesowej renderowania kartogramu.	33
Rys. 14 - Widok listowy (Badania laboratoryjne).	35
Rys. 15 - Widok dodawania nowego rekordu (Badania laboratoryjne).	36
Rys. 16 - Formatka Select2 służąca do wprowadzania kluczy obcych.	36
Rys. 17 - Karty pozwalające na dynamiczne dodawanie i odejmowanie pól z formularza.	36
Rys. 18 - Pole wprowadzania daty	37
Rys. 19 - Błąd w formularzu	37
Rys. 20 - Fragment widoku szczegółowego	38
Rys. 21 - Widok potwierdzenia usunięcia rekordu.	38
Rys. 22 - Kartogram przedstawiający miejsca występowania wykrytych skorzeń i patogenów wykrytych u pacjentów.	39
Rys. 23 - Czas pracy bazy danych w zależności od zastosowania mechanizmu przedwczesnego zaciągania wyników powiązanych.	41
Rys. 24 - Czas ładowania strony w zależności od zastosowania mechanizmu przedwczesnego zaciągania wyników powiązanych.....	41
Rys. 25 - Czas pracy bazy danych w zależności od zastosowania mechanizmu przedwczesnego zaciągania wyników powiązanych przy użytym stronicowaniu.	43
Rys. 26 - Czas ładowania strony w zależności od zastosowania mechanizmu przedwczesnego zaciągania wyników powiązanych przy użytym stronicowaniu.	43
Rys. 27 - Wykres czasu generacji kartogramu w zależności od rozdzielczości mapy GEOJSON.	44
Rys. 28 - Dokładność mapy GEOJSON o rozdzielczości 10 metrów (rozmiar pliku - 20MB).....	45
Rys. 29 - Dokładność mapy GEOJSON o rozdzielczości 50 metrów (rozmiar pliku - 2.8 MB)...	45
Rys. 30 - Dokładność mapy GEOJSON o rozdzielczości 110 metrów (rozmiar pliku - 0.5 MB). ..	46

Rys. 31 - Tworzenie nowego konta użytkownika - krok 1.	48
Rys. 32 - Tworzenie nowego konta użytkownika - krok 2.	48
Rys. 33 - Tworzenie nowego konta użytkownika - krok 3.	49
Rys. 34 - Tworzenie nowego konta użytkownika - krok 4.	49
Rys. 35 - Tworzenie nowego konta użytkownika - krok 5.	49
Rys. 36 - Tworzenie nowego konta użytkownika - krok 6.	50
Rys. 37 - Tworzenie nowego konta użytkownika - krok 7.	50
Rys. 38 - Tworzenie nowego konta użytkownika - krok 8.	50
Rys. 39 - Tworzenie nowego konta użytkownika - krok 9.	51
Rys. 40 - Przedstawienie konkretnych wywiadów medycznych na mapie świata - krok 1.	52
Rys. 41 - Przedstawienie konkretnych wywiadów medycznych na mapie świata - krok 2.	52
Rys. 42 - Przedstawienie konkretnych wywiadów medycznych na mapie świata - krok 3.	52
Rys. 43 - Przedstawienie konkretnych wywiadów medycznych na mapie świata - krok 4.	53
Rys. 44 - Przedstawienie konkretnych wywiadów medycznych na mapie świata - krok 5.	53
Rys. 45 - Przedstawienie konkretnych wywiadów medycznych na mapie świata - krok 6.	54
Rys. 46 - Przedstawienie konkretnych wywiadów medycznych na mapie świata - krok 7.	54
Rys. 47 - Pobranie rekordów do pliku - krok 1.	55
Rys. 48 - Pobranie rekordów do pliku - krok 2.	55
Rys. 49 - Dodanie rekordu - krok 1.	56
Rys. 50 - Dodanie rekordu - krok 2.	57
Rys. 51 - Dodanie rekordu - krok 3.	57
Rys. 52 - Dodanie rekordu - krok 4.	58
Rys. 53 - Usunięcie rekordu - krok 1.	59
Rys. 54 - Usunięcie rekordu - krok 2.	59
Rys. 55 - Usunięcie rekordu - krok 3.	59
Rys. 56 - Usunięcie rekordu - krok 4.	60
Rys. 57 - Edycja rekordu - krok 1.	61
Rys. 58 - Edycja rekordu - krok 2.	61
Rys. 59 - Edycja rekordu - krok 3.	62
Rys. 60 - Edycja rekordu - krok 4.	62

WYKAZ TABEL

Tabela 2 - Mapowanie wartości pól typu ENUM na tekst czytelny dla człowieka.	23
---	----