



## **Programowanie i bazy danych**

### **PaleoLab – aplikacja integrująca bazy danych**

### **Pracowni Paleoceanografii IOPAN**

**Autor:**

**dr Maciej M. Telesiński**

Gdańsk, 2019

## Spis treści

1. Wstęp i motywacja pracy .....	3
2. Cel projektu i pomysł .....	4
3. Specyfikacja wymagań projektu .....	4
3.1. Wymagania funkcjonalne .....	4
3.2. Wymagania pozafunkcjonalne .....	8
4. Technologie i narzędzia .....	10
4.1. Python .....	10
4.1.1. Flask .....	10
4.1.2. Psycpg2 .....	10
4.1.3. Matplotlib .....	11
4.2. PostgreSQL .....	11
5. Prezentacja projektu .....	12
6. Weryfikacja rozwiązania .....	16
7. Podsumowanie i wnioski .....	17

## 1. Wstęp i motywacja pracy

Pracownia Paleoceanografii jest samodzielną jednostką naukową Instytutu Oceanologii Polskiej Akademii Nauk w Sopocie (IOPAN). Skład osobowy stanowi obecnie kierownik pracowni, troje adiunktów oraz czworo doktorantów. Badania prowadzone przez pracowników naukowych jednostki skupiają się przede wszystkim na rekonstrukcji warunków panujących w ekosystemach morskich w geologicznej przeszłości. Głównym rejonem prowadzonych badań jest europejska część Arktyki ze szczególnym uwzględnieniem fiordów norweskich, rejonu Archipelagu Svalbard, wschodniego szelfu Grenlandii oraz rejonu wyspy Jan Mayen. Badania prowadzone są na rdzeniach osadów wydobytych z dna morskiego przy użyciu specjalistycznych urządzeń.<sup>1</sup> Do metod wykorzystywanych w Pracowni należą m. in.:

- Analiza sedymentologiczna osadów
- Analiza mikroskamieniałości (głównie fauna otwornicowa – Foraminifera)
- Analiza stabilnych izotopów tlenu i węgla
- Analiza węgla organicznego i nieorganicznego w osadzie
- Analiza kopalnego DNA
- Datowania metodą radiowęglową

Dane gromadzone w wyniku prowadzonych badań były do tej pory zapisywane do plików arkuszy kalkulacyjnych i przechowywane na komputerach poszczególnych pracowników, na serwerach IOPAN, bądź przy użyciu usług w chmurze służących do przechowywania danych (np. Google Drive). Taki sposób przechowywania danych utrudnia, a w niektórych przypadkach wręcz uniemożliwia dostęp do nich poszczególnym pracownikom. Ponadto przechowywane w ten sposób dane mogą być zapisane w różnych formatach plików i formie (np. różne jednostki miary), co dodatkowo utrudnia ich wymianę, zestawianie i porównywanie. Część danych umieszczona została w przeznaczonych do tego celu repozytoriach internetowych (np. PANGAEA<sup>2</sup>), jednak dotyczy to tylko danych wykorzystanych w artykułach opublikowanych wcześniej w czasopiśmie naukowych, a ponadto ogólny (przystosowany do różnych dyscyplin naukowych) charakter tego typu repozytoriów sprawia, iż często nie są one przystosowane do specyfiki danych wytwarzanych w Pracowni Paleoceanografii, co ogranicza ich wykorzystywanie.

---

<sup>1</sup> Strona internetowa Pracowni Paleoceanografii IOPAN [dostęp 31.07.2019]. Dostępny w Internecie: <https://www.iopan.pl/Paleo>

<sup>2</sup> PANGAEA Data Publisher for Earth & Environmental Science [dostęp 31.07.2019]. Dostępny w Internecie: <https://pangaea.de/>

## 2. Cel projektu i pomysł

Celem projektu jest opracowanie i stworzenie bazy danych dostosowanej do potrzeb i wymagań Pracowni Paleoceanografii oraz systemu obsługi tej bazy danych, umożliwiającego pracownikom naukowym łatwe i bezpieczne gromadzenie danych w ujednoliconej formie, ich przechowywanie, przeszukiwanie i wymianę, a także udostępnianie wybranych danych szerszej społeczności naukowej.

Idea projektu oraz stawiane przed nim wymagania zostały skonsultowane z jego potencjalnymi użytkownikami – osobami zatrudnionymi w Pracowni Paleoceanografii IOPAN. System ma stanowić aplikację internetową umożliwiającą zdalny i bezpieczny dostęp do bazy danych z dowolnego komputera. Powinien umożliwiać pełny dostęp do danych jedynie zarejestrowanym użytkownikom. Struktura bazy danych powinna umożliwiać przechowywanie w niej informacji o poszczególnych rdzeniach (nazwa, szerokość i długość geograficzna, głębokość wody, długość rdzenia itp.), a także umożliwiać dodanie wyników różnego rodzaju analiz dotyczących danego rdzenia. Wymagania projektu zostały szczegółowo przedstawione w rozdziale 3.

## 3. Specyfikacja wymagań projektu

Informacje wspólne dla wszystkich wymagań:

Udziałowcy: Pracownicy Pracowni Paleoceanografii IOPAN

Źródło: Wywiad

Odpowiedzialny: Maciej Telesiński

### 3.1. Wymagania funkcjonalne

Identyfikator: **F01**

Priorytet: kluczowe

Nazwa: **Autoryzacja**

Opis / uzasadnienie: System powinien umożliwiać rejestrację i logowanie poszczególnym użytkownikom. Przewidywane jest stworzenie kilku typów użytkowników (np. administrator, pracownik, doktorant itp.) o różnym zakresie uprawnień. W związku z tym, że do systemu dostęp powinni mieć tylko pracownicy Pracowni Paleoceanografii, rejestracja nowego użytkownika powinna być zatwierdzona przez administratora lub innego uprawnionego użytkownika. Jeżeli system zostanie udostępniony szerszej społeczności naukowej, to niezarejestrowani użytkownicy będą mogli jedynie przeglądać wybrane dane, które zostaną oznaczone jako publicznie dostępne (dane opublikowane wcześniej w czasopismach naukowych).

Dane wejściowe: Dane użytkownika takie jak adres e-mail, imię, nazwisko, hasło.

Warunki początkowe: Nowy użytkownik niemający dostępu do systemu.

Warunki końcowe:           Użytkownik jest zarejestrowany, może się zalogować, zostają mu przypisane odpowiednie uprawnienia.

Sytuacje wyjątkowe:       Jeżeli użytkownik o podanym loginie lub adresie e-mail już istnieje w bazie danych, to rejestracja nie jest możliwa. Jeżeli osoba chcąca się zarejestrować, nie jest pracownikiem Pracowni Paleoceanografii (lub innym uprawnionym do rejestracji), jej konto nie zostanie zatwierdzone przez administratora systemu.

Efekty uboczne:           -

Czynności równoczesne:   Korzystanie z systemu przez innych użytkowników.

Stabilność:                Jeżeli system w przyszłości zostanie udostępniony szerszej społeczności, to przewiduje się możliwość rejestracji bez zatwierdzenia przez administratora, ale z ograniczonymi uprawnieniami.

Wymagania powiązane:     -

Identyfikator:             **F02**

Priorytet:                 kluczowe

Nazwa:                    **Zdalny dostęp**

Opis / uzasadnienie:      System powinien umożliwiać pracownikom dostęp do danych z dowolnego miejsca na świecie (z pracy, z domu, z wyjazdu służbowego, ekspedycji naukowej itd.). W związku z tym dane przechowywane będą na serwerze IOPAN, a system będzie miał formę aplikacji internetowej, co umożliwi dostęp do danych przy użyciu przeglądarki internetowej bez konieczności instalowania dodatkowego oprogramowania.

Dane wejściowe:           Adres internetowy systemu, adres e-mail, hasło.

Warunki początkowe:      Zarejestrowany użytkownik z dostępem do internetu.

Warunki końcowe:         Użytkownik jest zalogowany i może korzystać z wszystkich dostępnych dla niego funkcjonalności systemu.

Sytuacje wyjątkowe:     -

Efekty uboczne:          -

Czynności równoczesne:   Korzystanie z systemu przez innych użytkowników.

Stabilność:               Nie przewiduje się zmian wymagania w przyszłości.

Wymagania powiązane:    F01

Identyfikator:	<b>F03</b>
Priorytet:	kluczowe
Nazwa:	<b>Dodawanie nowych rdzeni oraz wyników analiz</b>
Opis / uzasadnienie:	Główną funkcjonalnością systemu będzie możliwość dodawania do bazy danych informacji dotyczących rdzeni osadów morskich (zarówno już pobranych, jak i tych, które zostaną pobrane w przyszłości) wraz z niezbędnymi danymi (np. nazwa, długość i szerokość geograficzna, głębokość wody, długość rdzenia, typ rdzenia itp.). Następnie dla każdego rdzenia będzie istniała możliwość utworzenia rekordów w bazie danych zawierających wyniki różnego rodzaju analiz poszczególnych prób w rdzeniach. Będą to np. fotografie rdzenia, wyniki analiz sedimentologicznych, izotopów stabilnych, fauny otwornicowej, węgla organicznego i nieorganicznego, kopalnego DNA itp.
Dane wejściowe:	Dane, które użytkownik chce dodać oraz ich typ (rdzeń, wyniki analiz).
Warunki początkowe:	Zalogowany użytkownik uprawniony do dodawania nowych danych.
Warunki końcowe:	Dane zostają zapisane w odpowiedniej tabeli bazy danych.
Sytuacje wyjątkowe:	Jeżeli połączenie internetowe zostanie zerwane, zapis danych stanie się niemożliwy na czas braku dostępu do sieci. Jeżeli wprowadzone dane będą w nieprawidłowym formacie, system nie doda ich do bazy danych i wyświetli odpowiedni komunikat.
Efekty uboczne:	-
Czynności równoczesne:	Korzystanie z systemu przez innych użytkowników.
Stabilność:	Nie przewiduje się zmian wymagania w przyszłości.
Wymagania powiązane:	F04

Identyfikator:	<b>F04</b>
Priorytet:	kluczowe
Nazwa:	<b>Możliwość edytowania i usuwania wprowadzonych danych</b>
Opis / uzasadnienie:	System powinien dawać możliwość edycji lub usuwania zarówno pojedynczych wartości w tabelach, jak i całych zestawów danych.
Dane wejściowe:	Dane zapisane w bazie danych.
Warunki początkowe:	Zalogowany użytkownik uprawniony do edytowania danych.
Warunki końcowe:	Dane zostają zmodyfikowane lub usunięte z bazy danych.
Sytuacje wyjątkowe:	-
Efekty uboczne:	Jeżeli dane są modyfikowane przez jednego z użytkowników, to pozostali użytkownicy powinni mieć zablokowaną możliwość ich edycji wraz z wyświetleniem odpowiedniego komunikatu.
Czynności równoczesne:	Korzystanie z systemu przez innych użytkowników.

Stabilność:	Nie przewiduje się zmian wymagania w przyszłości.
Wymagania powiązane:	F03
Identyfikator:	<b>F05</b>
Priorytet:	pożądane
Nazwa:	<b>Przeglądanie i zestawianie danych</b>
Opis / uzasadnienie:	System powinien również umożliwiać łatwe i wygodne przeglądanie, a także zestawianie wprowadzonych danych, np. zestawienie wyników analiz izotopów stabilnych z kilku wybranych rdzeni.
Dane wejściowe:	Dane zapisane w bazie danych.
Warunki początkowe:	Zalogowany użytkownik uprawniony do przeglądania danych.
Warunki końcowe:	Wybrane dane zostają wyszukane w bazie danych i wyświetlone w odpowiedniej formie.
Sytuacje wyjątkowe:	-
Efekty uboczne:	-
Czynności równoczesne:	Korzystanie z systemu przez innych użytkowników.
Stabilność:	Funkcjonalność może w przyszłości zostać rozszerzona na niezalogowanych użytkowników (wybrane dane).
Wymagania powiązane:	-

Identyfikator:	<b>F06</b>
Priorytet:	opcjonalne
Nazwa:	<b>Eksport wybranych danych do plików</b>
Opis / uzasadnienie:	Przydatną funkcjonalnością systemu będzie możliwość eksportu wybranych danych do plików, np. do plików arkusza kalkulacyjnego lub pliku tekstowego. Pozwoli to na przekształcanie danych przy użyciu innych narzędzi i funkcji, niedostępnych w systemie, jak np. analiza statystyczna.
Dane wejściowe:	Dane zapisane w bazie danych.
Warunki początkowe:	Zalogowany użytkownik uprawniony do przeglądania danych.
Warunki końcowe:	Wybrane dane zostają zapisane w pliku na komputerze użytkownika.
Sytuacje wyjątkowe:	-
Efekty uboczne:	-
Czynności równoczesne:	Przeglądanie, dodawanie, edytowanie i usuwanie danych przez innych użytkowników.
Stabilność:	Nie przewiduje się zmian wymagania w przyszłości.
Wymagania powiązane:	-

Identyfikator:	<b>F07</b>
Priorytet:	opcjonalne
Nazwa:	<b>Tworzenie wykresów i map</b>
Opis / uzasadnienie:	System powinien umożliwiać rysowanie wykresów z wybranych danych w celu ich wizualizacji i wstępnej analizy. Powinien też dawać możliwość eksportu wykresów np. do pliku pdf do dalszej edycji w programach graficznych w celu przygotowania ilustracji do publikacji czy prezentacji konferencyjnej. Ponadto system powinien wyświetlać położenie wybranych rdzeni na mapie (np. korzystając z usług takich jak Google Maps lub map takich jak GEBCO <sup>3</sup> ).
Dane wejściowe:	Dane zapisane w bazie danych.
Warunki początkowe:	Zalogowany użytkownik uprawniony do przeglądania danych.
Warunki końcowe:	Wybrane dane zostają wyświetlone na ekranie w formie diagramu, który następnie może być zapisany w pliku na komputerze użytkownika.
Sytuacje wyjątkowe:	-
Efekty uboczne:	-
Czynności równoczesne:	Przeglądanie, dodawanie, edytowanie i usuwanie danych przez innych użytkowników.
Stabilność:	Nie przewiduje się zmian wymagania w przyszłości.
Wymagania powiązane:	-

### 3.2. Wymagania pozafunkcjonalne

Identyfikator:	<b>N01</b>
Priorytet:	kluczowe
Nazwa:	<b>Łatwość obsługi</b>
Opis / uzasadnienie:	Obsługa systemu powinna być na tyle prosta i intuicyjna, by osoba wstępnie zaznajomiona z charakterem działalności Pracowni Paleoceanografii (np. nowy pracownik lub doktorant, a więc osoba z odpowiednim wykształceniem w dziedzinie nauk o Ziemi) nie potrzebowała szczegółowego szkolenia w zakresie obsługi systemu. Nie jest konieczne, by system zawierał objaśnienia skierowane do laików w dziedzinie paleoceanografii, gdyż nie ma mieć on charakteru popularnonaukowego. System powinien być również na tyle łatwy i wygodny w obsłudze, by stanowić realną alternatywę dla dotychczasowych sposobów przechowywania danych (pliki arkusza kalkulacyjnego).
Stabilność:	Nie przewiduje się zmian wymagania w przyszłości.

---

<sup>3</sup> The General Bathymetric Chart of the Oceans [dostęp 01.08.2019]. Dostępny w Internecie: <https://www.gebco.net/>



Wymagania powiązane: -

Identyfikator: **N02**

Priorytet: kluczowe

Nazwa: **Dostosowanie do typu danych wykorzystywanych w pracowni**

Opis / uzasadnienie: System, a zwłaszcza struktura bazy danych powinien zostać zaprojektowany w taki sposób, by był dostosowany do typu danych wykorzystywanych w Pracowni Paleoceanografii. Chodzi tu przede wszystkim o dostosowanie formatu danych liczbowych i jasne określenie jednostek dla różnego typu danych według standardów stosowanych w paleoceanografii, np. wyniki analiz izotopów stabilnych tlenu i węgla w ‰ z dokładnością do 0,001, wyniki datowań radiowęglowych w latach radiowęglowych i/lub kalendarzowych przed AD 1950.

Stabilność: W przyszłości może zostać zwiększona ilość typów danych możliwych do wprowadzenia do bazy danych.

Wymagania powiązane: F03

Identyfikator: **N03**

Priorytet: kluczowe

Nazwa: **Bezpieczeństwo danych**

Opis / uzasadnienie: Bezpieczeństwo danych dotyczy zarówno ich ochrony przed dostępem osób niepowołanych, jak również zabezpieczenie ich przed przypadkową utratą. W związku z tym, że część danych (nieopublikowana), które będą przechowywane w systemie, ma charakter poufny, pełny dostęp do bazy danych możliwy będzie jedynie dla zarejestrowanych i zatwierdzonych użytkowników, a hasła dostępu zabezpieczone będą przy pomocy algorytm haszującego SHA256 (SHA2), uważanego obecnie za standard w tej dziedzinie. Ponadto wykorzystane zostaną biblioteki chroniące przed różnymi rodzajami ataków hakerskich. Przykładem jest biblioteka SQLAlchemy, która eliminując wpisywanie czystych komend SQL, redukuje ryzyko ataków typu „SQL injection”. Zabezpieczenie danych przed ich utratą np. w wyniku awarii serwera realizowane będzie poprzez tworzenie odpowiednich kopii zapasowych.

Stabilność: Nie przewiduje się zmian wymagania w przyszłości.

Wymagania powiązane: F01

## 4. Technologie i narzędzia

### 4.1. Python

Python<sup>4</sup> jest językiem programowania wysokiego poziomu ogólnego przeznaczenia o rozbudowanym pakiecie bibliotek standardowych. Jednym z jego głównych zastosowań jest tworzenie aplikacji internetowych przy użyciu frameworków webowych (np. Flask lub Django). Ponadto, Python posiada biblioteki umożliwiające wizualizację i analizę danych (np. Matplotlib), które mogą okazać się przydatne przy realizacji projektu<sup>5</sup>.

#### 4.1.1. Flask

Flask<sup>6</sup> jest mikroframeworkiem do tworzenia aplikacji internetowych napisanym w Pythonie. Do jego zalet należą prostota, elastyczność, precyzyjna kontrola i swoboda implementacji nienarzucająca konkretnych rozwiązań, a jednocześnie skalowalność umożliwiająca tworzenie złożonych aplikacji<sup>5,6</sup>. Składa się on między innymi z następujących komponentów:

- ItsDangerous - zapewnia bezpieczeństwo przy wysyłaniu danych przy użyciu podpisu kryptograficznego
- Jinja2 – służy do tworzenia szablonów (silnik szablonów)
- SQLAlchemy – zestaw narzędzi do obsługi SQL oraz mapowania obiektowo relacyjnego (ORM). Eliminuje on konieczność pisania poleceń w języku SQL, co chroni przed atakami hackerskimi typu ‘SQL injection’.
- Werkzeug – zestaw narzędzi do tworzenia aplikacji WSGI (Web Server Gateway Interface)
- WTForms – biblioteka do tworzenia formularzy

#### 4.1.2. Psycopg2

Jest to sterownik służący do komunikacji z bazą danych PostgreSQL z poziomu języka Python. W pełni implementuje on specyfikację DB API 2.0 Pythona<sup>7</sup>.

---

<sup>4</sup> Python.org [dostęp 12.08.2019]. Dostępny w Internecie: <https://www.python.org/>

<sup>5</sup> What exactly can you do with Python? Here are Python's 3 main applications [dostęp 31.07.2019]. Dostępny w Internecie: <https://www.freecodecamp.org/news/what-can-you-do-with-python-the-3-main-applications-518db9a68a78/>

<sup>6</sup> Flask [dostęp 31.07.2019]. Dostępny w Internecie: <https://palletsprojects.com/p/flask/>

<sup>7</sup> PyPI psycopg2 [dostęp 12.08.2019]. Dostępny w Internecie: <https://pypi.org/project/psycopg2/>

### 4.1.3. Matplotlib

Matplotlib jest biblioteką Pythona służącą do wizualizacji danych umożliwiającą tworzenie różnego rodzaju wykresów w jakości nadającej się do publikacji<sup>8</sup>.

## 4.2. PostgreSQL

Jest to darmowy i otwarty obiektowo-relacyjny system bazodanowy, który wykorzystuje i rozszerza język SQL, a także zawiera wiele funkcjonalności, które umożliwiają bezpieczne przechowywanie i skalowanie nawet najbardziej skomplikowanych systemów danych. PostgreSQL zyskał sobie dobrą reputację dzięki sprawdzonej architekturze, niezawodności, dbałości o integralność danych, solidnemu zestawowi funkcjonalności, rozszerzalności i otwartej społeczności dbającej o stałe dostarczanie wydajnych i innowacyjnych rozwiązań<sup>9</sup>.

---

<sup>8</sup> Matplotlib: Python plotting [dostęp 01.08.2019]. Dostępny w Internecie: <https://matplotlib.org/>

<sup>9</sup> PostgreSQL: The World's Most Advanced Open Source Relational Database [dostęp 01.08.2019]. Dostępny w Internecie: <https://www.postgresql.org/>

## 5. Prezentacja projektu

Prezentacja działania projektu w jego obecnej formie (stan na 02.08.2019).

System operacyjny: Windows 10 Pro, 64 bity

Przeglądarka: Mozilla Firefox Quantum 68.0.1 (64 bity)

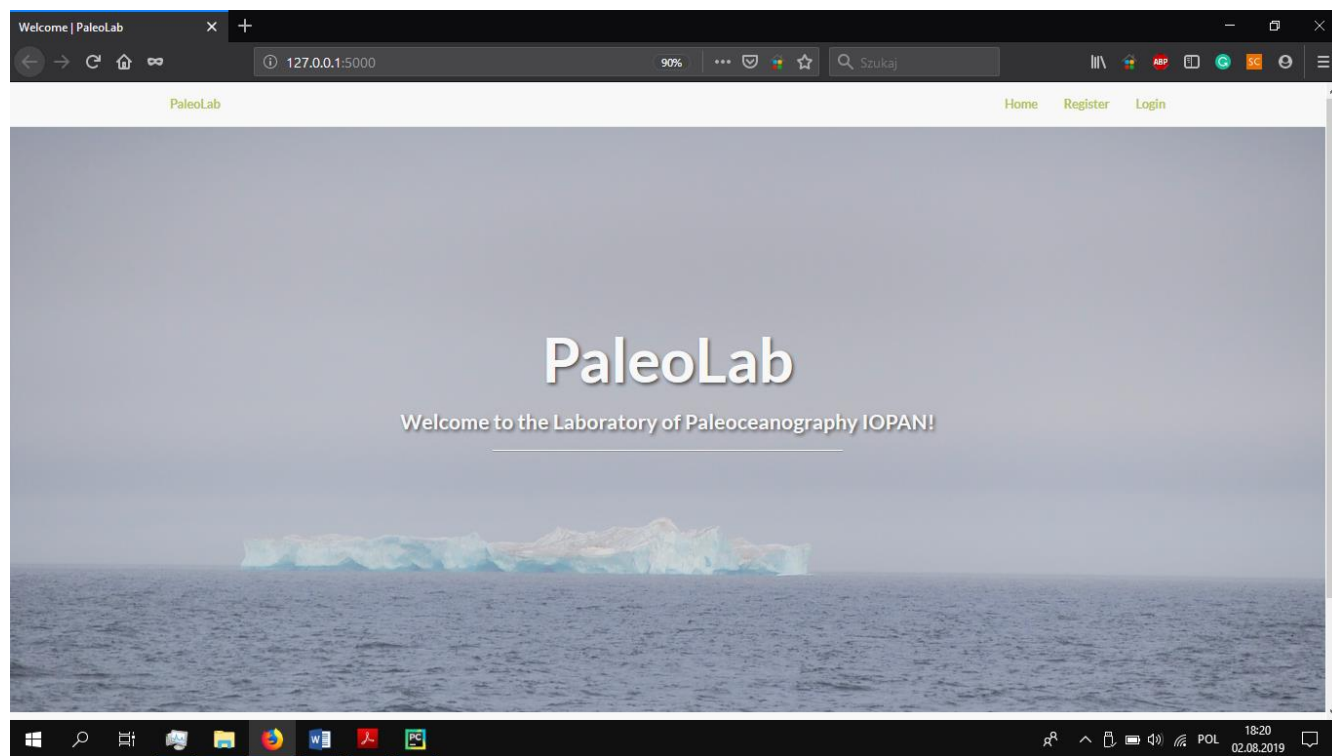


Fig. 1. Strona główna. W panelu nawigacyjnym widoczne są linki do strony głównej ('Home'), strony rejestracji ('Register') oraz logowania ('Login').

Register | PaleoLab

127.0.0.1:5000/register

PaleoLab Home Register Login

## Register for an account

Email

Username

First Name

Last Name

Password

Confirm Password  
 Proszę wypełnić to pole

Register

Fig. 2. Po kliknięciu przycisku ‘Register’ przechodzimy do strony rejestracji nowego użytkownika. W celu rejestracji konieczne jest podanie adresu e-mail, nazwy użytkownika, imienia, nazwiska oraz wprowadzenie hasła i jego potwierdzenie.

Login | PaleoLab

127.0.0.1:5000/login

PaleoLab Home Register Login

## Login to your account

Email

Password

Login

Fig. 3. Po kliknięciu przycisku ‘Login’ lub po zarejestrowaniu nowego użytkownika wyświetla się strona logowania. Do zalogowania konieczne jest wprowadzenie adresu e-mail oraz hasła.

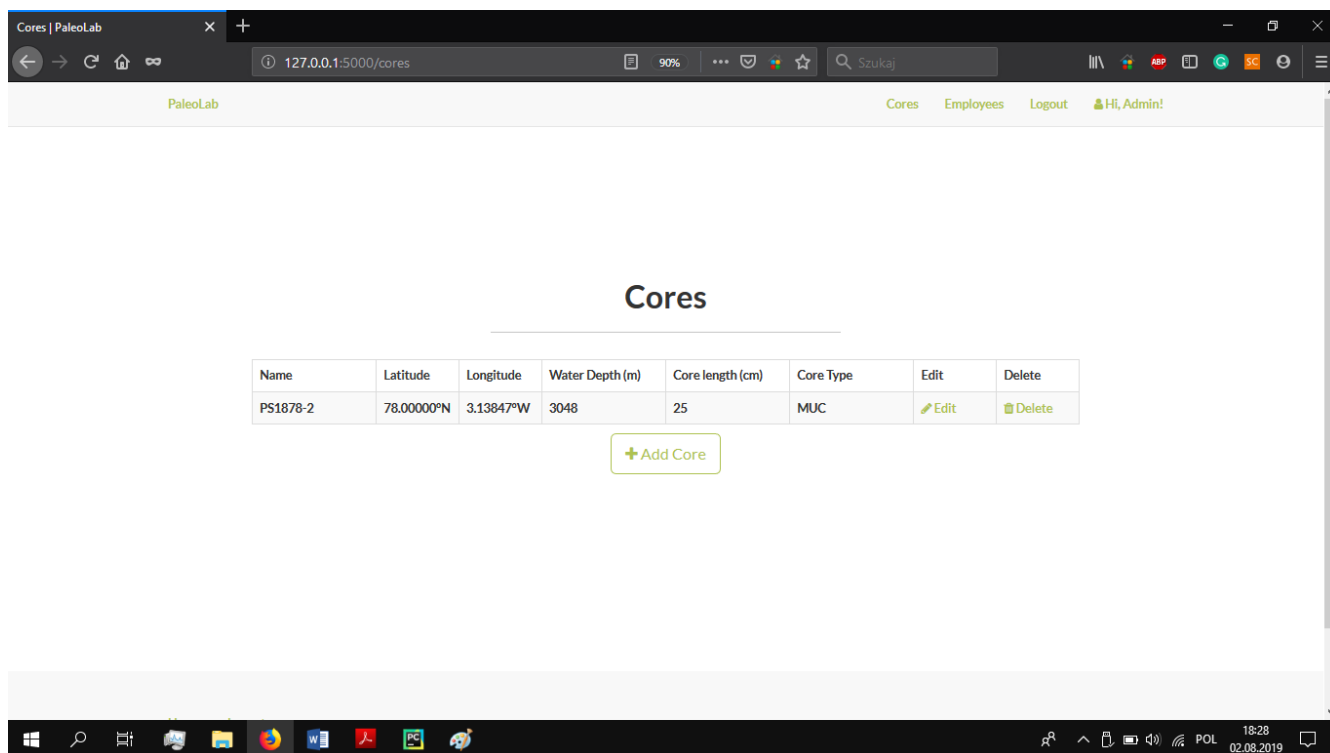


Fig. 4. Po zalogowaniu, w prawym górnym rogu wyświetla się personalizowane powitanie. W centralnej części pojawia się tabela rdzeni zapisanych w bazie danych. Możliwa jest edycja i usuwanie poszczególnych rdzeni (po kliknięciu odpowiedniego przycisku przy danym rdzeniu – odpowiednio ‘Edit’ lub ‘Delete’), jak i dodawanie nowych rdzeni po kliknięciu przycisku ‘Add Core’.

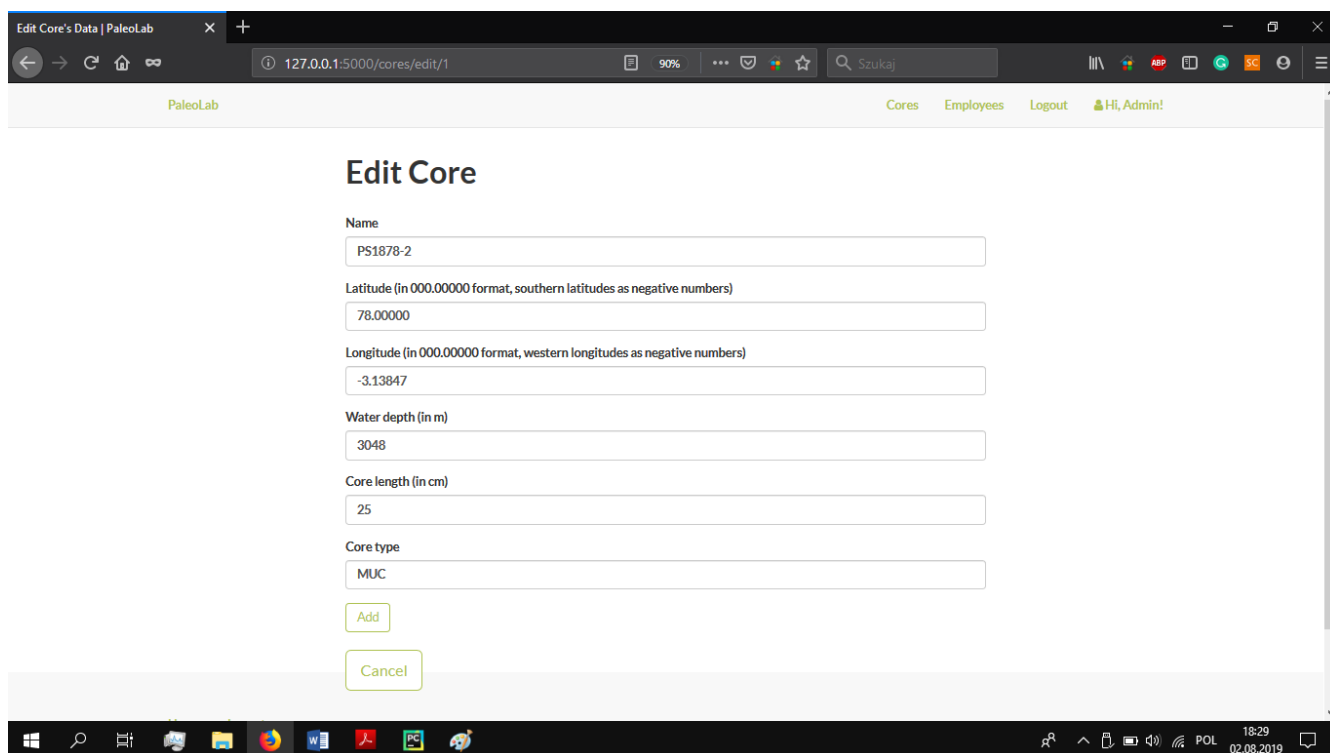


Fig. 5. Kliknięcie linku ‘Edit’ przy danym rdzeniu pozwala na edycję dotyczących go danych. Możliwe jest wprowadzenie takich danych, jak: nazwa rdzenia, szerokość i długość geograficzna, głębokość wody, długość rdzenia oraz jego typ. Wszystkie pola, poza ostatnim, są wymagane.

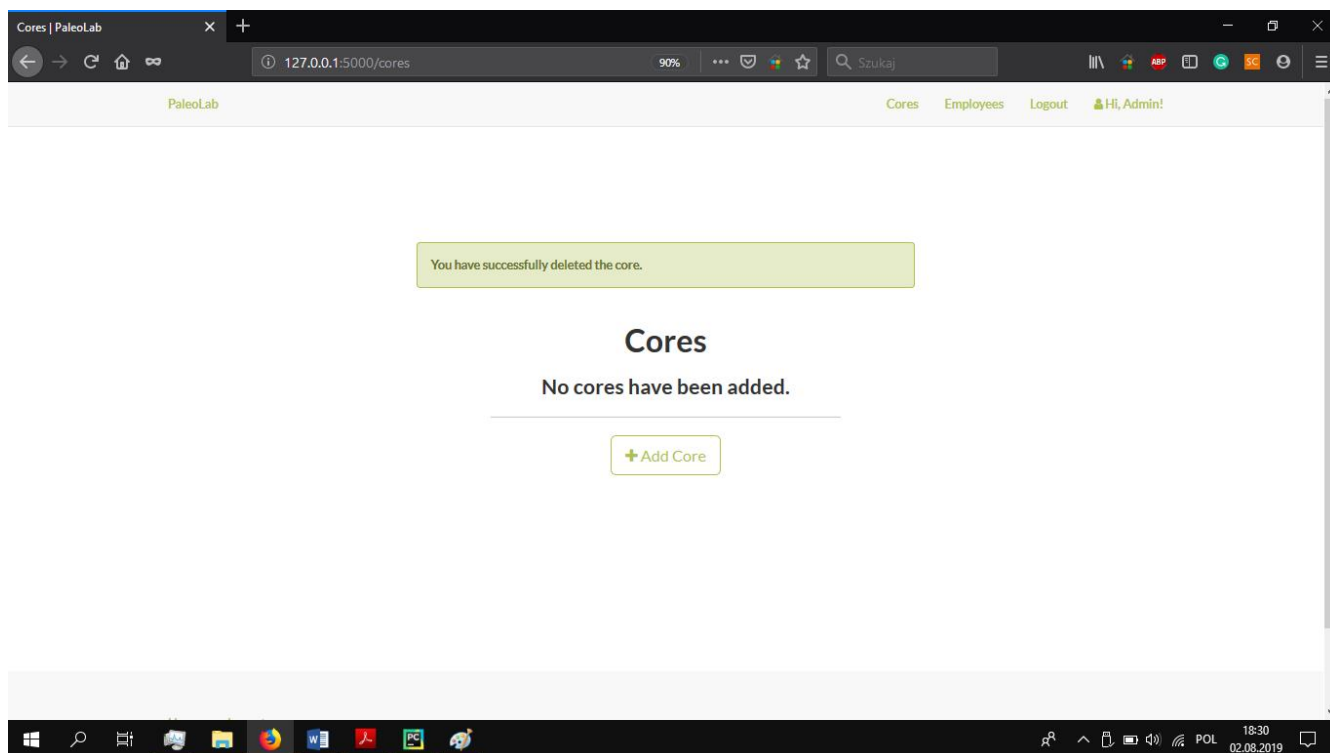


Fig. 6. Kliknięcie przycisku 'Delete' powoduje usunięcie danego rdzenia z bazy danych.

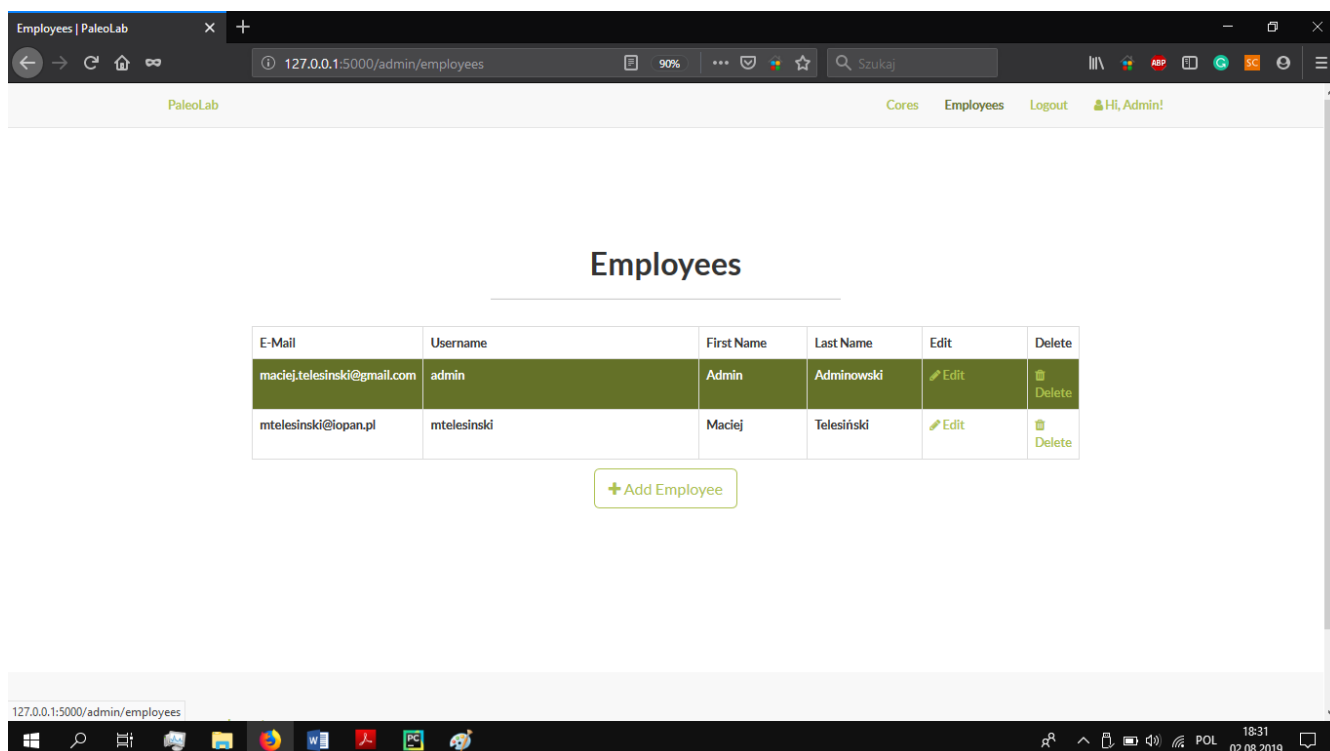


Fig. 7. Zalogowanie się do konta administratora pozwala na wyświetlenie listy użytkowników (w górnym panelu nawigacyjnym pojawia się link 'Employees'). Konto administratora jest zaznaczone kolorem zielonym. Podobnie jak w przypadku rdzeni, możliwa jest edycja, usuwanie i dodawanie użytkowników.

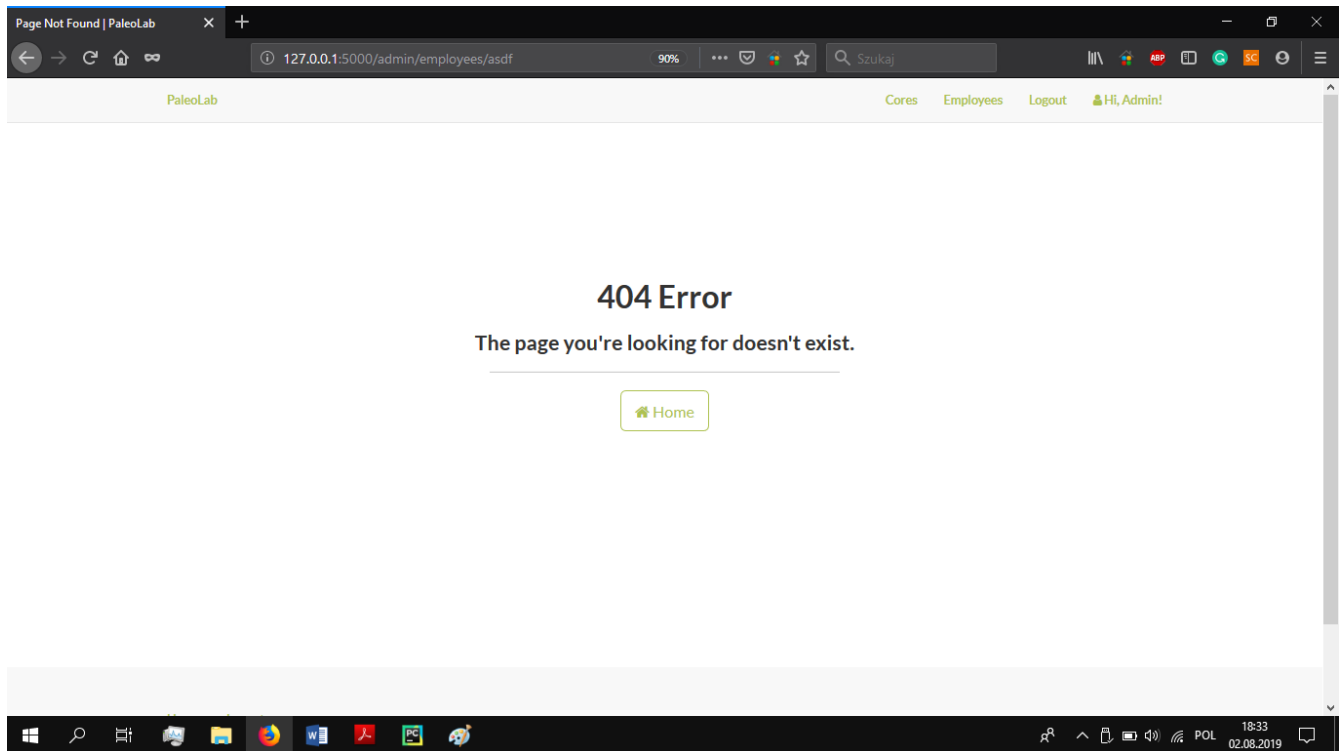


Fig. 8. W systemie zaimplementowano również obsługę najczęściej spotykanych odpowiedzi na zapytania HTTP informujące o błędach. Chodzi tu o wiadomości z kodami statusów, takimi jak 403 (odmowa dostępu/zabronione – gdy użytkownik próbuje uzyskać dostęp do zasobów, do których nie posiada uprawnień), 404 (nie znaleziono – np. gdy użytkownik ręcznie wprowadzi błędny adres podstrony) oraz 500 (wewnętrzny błąd serwera – gdy serwer napotka niespodziewane trudności, które uniemożliwiają zrealizowanie żądania). Przycisk ‘Home’ poniżej komunikatu błędu pozwala na powrót do strony startowej.

## 6. Weryfikacja rozwiązania

Wymagania stawiane przed zaproponowanym systemem zostały skonsultowane z jego potencjalnymi użytkownikami tj. z pracownikami Pracowni Paleoceanografii IOPAN w Sopocie. Również autor projektu (Maciej Telesiński) jest zatrudniony w tej jednostce. Gwarantuje to, że system został ściśle dopasowany do ich potrzeb i oczekiwań użytkowników.

System jest aplikacją internetową, co pozwala na łatwy dostęp do niego z dowolnego miejsca za pośrednictwem przeglądarki internetowej bez konieczności instalowania dodatkowego oprogramowania. Ma on formę typowej aplikacji realizującej funkcjonalności CRUD<sup>10</sup>, co zapewnia łatwość użytkowania i w praktyce eliminuje potrzebę szkolenia użytkowników w zakresie jego obsługi.

<sup>10</sup> CRUD – od ang. create, read, update and delete (pol. utwórz, odczytaj, aktualizuj i usuń) – cztery podstawowe funkcje w aplikacjach korzystających z pamięci trwałej, które umożliwiają zarządzanie nią.



Wykorzystane technologie i narzędzia okazały się odpowiednie do realizacji wyznaczonego zadania. Język Python jest stosunkowo łatwy w użyciu, jego składnia cechuje się przejrzystością i zwięzłością, a rozbudowany pakiet bibliotek standardowych pozwala na wygodne rozszerzanie funkcjonalności tworzonego systemu. Framework Flask zapewnia prostotę i elastyczność przy tworzeniu aplikacji internetowych, a jego poszczególne komponenty zapewniają bezpieczeństwo i łatwość implementacji elementów systemu. PostgreSQL pozwala na stworzenie i obsługę wydajnego obiektowo-relacyjnego systemu bazodanowego, a psycopg2 zapewnia swobodną komunikację pomiędzy językiem Python, a PostgreSQL. Wszystkie wymienione wyżej komponenty pozwalają na stworzenie spójnego i skalowalnego systemu, który w przyszłości będzie można rozszerzać o kolejne funkcjonalności.

W swojej obecnej formie system spełnia zdecydowaną większość postawionych przed nim kluczowych wymagań funkcjonalnych i może być rozszerzany o dalsze funkcjonalności, które spełnią pozostałą część wymagań.

## **7. Podsumowanie i wnioski**

Aplikacja PaleoLab została zaprojektowana jako odpowiedź na potrzeby Pracowni Paleoceanografii IOPAN dotyczące przechowywania i dostępu do danych wytwarzanych przez pracowników w toku prowadzonych przez nich badań naukowych. Nadrzędnym celem projektu było ujednolicenie formy przechowywanych danych oraz ułatwienie pracownikom dostępu i wymiany informacji, które usprawniłoby współpracę naukową. System został zaplanowany jako aplikacja internetowa, co umożliwi dostęp do danych z dowolnego komputera z dostępem do Internetu bez konieczności instalowania dodatkowego oprogramowania. Na obecnym etapie rozwoju aplikacja spełnia podstawowe wymagania, które zostały zdefiniowane na wstępnym etapie projektu przy udziale potencjalnych użytkowników – osób zatrudnionych w Pracowni. Do tych wymagań należą m. in. bezpieczeństwo przechowywanych danych, dostosowanie do typu danych wykorzystywanych w Pracowni, łatwość i wygoda obsługi, zdalny dostęp, możliwość rejestracji i logowania oraz możliwość dodawania, edytowania i usuwania danych. Zastosowane technologie i struktura aplikacji umożliwiają jej dalszy rozwój poprzez dodawanie kolejnych funkcjonalności wskazanych w wymaganiach stawianych tworzonemu systemowi.