Politechnika Śląska

PROJEKT INŻYNIERSKI

System zarządzania personelem

Piotr MARCOL
Nr albumu: 300463

Kierunek: Informatyka
Specjalność: Informatyczne Systemy Mobilne i Przemysłowe

PROWADZĄCY PRACĘ
Dr inż. Marcin Połomski
KATEDRA Algorytmiki i Oprogramowania
Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki

Gliwice 2025

Tytuł pracy

System zarządzania personelem

Streszczenie

Słowa kluczowe

Thesis title

Workforce management system

Abstract

Key words

Spis treści

Rozdział 1

Wstęp

1.1 Wprowadzenie do problematyki

W każdym przedsiębiorstwie zatrudniającym pracowników musi zostać ustalona wewnętrzna hierarchia nazywana strukturą organizacyjną. Jest ona oficjalnym podziałem jednostek, komórek, stanowisk i pracowników w organizacji. W nowych przedsiębiorstwach często występuje nieformalny podział obowiązków, ale z czasem zaczyna klarować się jasny zakres działań poszczególnych osób. Następnie zaczyna się tworzyć struktura organizacyjna, która w pierwszym okresie działania firmy jest spłycona do dwóch poziomów: kierownictwa oraz działów. Niestety, taka hierarchia uniemożliwia skuteczne zarządzanie, ponieważ występują w niej zbyt duże obszary odpowiedzialności i skorelowanie działów. [4] W takiej sytuacji konieczne jest wprowadzenie bardziej skomplikowanej struktury organizacyjnej, która pozwoli na lepsze zarządzanie firmą. Poniżej wymieniono najczęściej spotykane struktury organizacyjne. [36]

- Struktura płaska - występuje w niej centralizacja władzy, w której wszyscy pracownicy podlegają jednemu kierownikowi. Najczęściej występuje w małych lub nowych firmach. Zapewnia szybki przepływ informacji i jest elastyczna.

- Struktura liniowa (prosta) - charakteryzuje się występowaniem trzech rodzajów stanowisk: kierowników, pracowników oraz dyrektorów. Każdy pracownik ma przydzielonego jednego przełożonego, który odpowiada przed swoim dyrektorem. W tej strukturze informacje są przekazywane tzw. drogą służbową. Aby pracownik mógł przekazać informacje do dyrekcji, muszą one przejść przez wszystkie szczeble zarządzania. Ten rodzaj struktury jest najbardziej popularny w przedsiębiorstwach franczyzowych.

- Struktura funkcjonalna - w tej strukturze każdy z pracowników odpowiada przed kilkoma przełożonymi. Pozwala ona zmniejszyć ilość obowiązków pojedynczego kierownika dzieląc je na kilka osób, które są specjalistami w danej dziedzinie. Każdy

specjalista odpowiada przed dyrektorem lub menedżerem, który jest odpowiedzialny za całość działu.

- Struktura sztabowo-liniowa - jest połączeniem struktury liniowej oraz funkcjonalnej. Zespół składa się z jednego kierownika wspieranego przez kilku specjalistów oraz pracowników. Nie istnieje pojedynczy sposób budowy tej struktury, ponieważ każdy z zespołów może mieć inną strukturę wewnętrzną.

- Struktura macierzowa (problemowa) - struktura rozdziela kierowników na dwa rodzaje: kierowników projektów oraz kierowników działów. Pracownicy podlegają jednocześnie kilku przełożonym, co zwiększa elastyczność firmy. W zespołach mogą wytworzyć się podgrupy pracowników pracujących nad jednym zadaniem.

- Struktura dywizjonalna - struktura określająca dokładną hierarchię w firmie. Najczęściej spotyka się ją w dużych firmach i korporacjach. Charakteryzuje się wyodrębnieniem działów, które są niemal samodzielne. Każdy z działów może mieć własną strukturę organizacyjną, odpowiednią do swoich potrzeb.

Struktura organizacyjna, jaką należy przyjąć w danym przedsiębiorstwie zależy ściśle od jego specyfiki oraz wielkości, jednakże w każdym przypadku powinna być ona jasno określona, aby umożliwić skuteczne zarządzanie firmą.

Kolejną krytyczną kwestią w zarządzaniu firmą jest kontrola czasu pracy pracowników. Wpływa ona na efektywność pracy, a także na zadowolenie pracowników. W zależności od wielkości firmy oraz od jej specyfiki, metody kontroli czasu pracy mogą się różnić. W firmach, gdzie liczba pracowników jest niewielka, kontrola czasu pracy może być prowadzona w sposób tradycyjny; z kolei duże firmy mogą zastosować bardziej zaawansowane systemy informatyczne. Niezależnie od wybranego podejścia, celem jest zapewnienie, aby pracownicy byli obecni w miejscu pracy, w określonym czasie. Prowadzenie kontroli czasu pracy jest obowiązkowe dla pracodawców, a nieprzestrzeganie przepisów jest uznawane za naruszenie praw pracowniczych, co może skutkować karą finansową wysokości zgodnej z art. 281 pkt 6 Kodeksu Pracy. [38]

1.2 Cel pracy

W tej części pracy należy **jasno** opisać, jaki jest jej cel. Należy zaznaczyć, jakie cele zostaną osiągnięte po zakończeniu pracy.

Celem pracy jest analiza dziedziny, stwierdzenie zasadności wprowadzenia systemu, jego projekt oraz implementacja. Docelowo system ma składać się z czterech głównych części:

- serwera odpowiadającego za część biznesową,

- aplikacji webowej do zarządzania systemem,
- systemu mikroprocesorowego do autoryzacji i przyznania dostępu poprzez odczyt kart zbliżeniowych,
- aplikacji mobilnej umożliwiającej przypisywanie nowych kart dostępowych.

1.3 Zakres pracy

W tej części pracy należy opisać, jakie zagadnienia zostaną poruszone w pracy. Należy zaznaczyć, jakie aspekty problemu zostaną omówione, a jakie nie.

1.4 Charakterystyka rozdziałów

TODO: W tej części pracy należy zwięźle opisać, co znajduje się w poszczególnych rozdziałach.

Rozdział 2

Analiza tematu

2.1 Przegląd dostępnych sposobów kontroli czasu

2.1.1 Metody tradycyjne

Wiele małych przedsiębiorstw nie potrzebuje wprowadzenia zaawansowanych systemów kontroli pracowników i wciąż korzysta z metod tradycyjnych. Polegają one w większości na ręcznym wypełnianiu papierowych dokumentów, które następnie wymagają przetworzenia. Przykłady takich metod wymieniono poniżej.

- **Indywidualne karty czasu pracy** - pracownik zaznacza swoją obecność na kartce papieru, a następnie podpisuje ją. Zaletą tej metody jest jej prostota i niski koszt, jednakże jest ona mało efektywna i podatna na błędy. Dodatkowo wymagane jest przechowywanie dużej ilości papierowych dokumentów oraz ich archiwizacji.

- **Arkusz kalkulacyjny** - metoda polegająca na prowadzeniu arkusza kalkulacyjnego, w którym podobnie jak w przypadku kart czasu pracy zapisywane są godziny pracy pracowników oraz zadania jakie wykonali. Arkusze pozwalają na jednoczesną kontrolę obecności pracowników oraz na monitorowanie ich postępów w pracy. Niestety, brak automatyzacji procesu skutkuje koniecznością ręcznego wypełniania arkuszy, co zwiększa ryzyko popełnienia błędów. Podobnie jak w przypadku kart pracy, konieczne jest przechowywanie i archiwizacja dokumentów.

- **Harmonogram pracy** - pozwala przełożonym na ustalenie grafiku pracy pracowników. Jest on następnie przekazywany podwładnym, którzy muszą przestrzegać ustalonych godzin pracy. Ta metoda wymaga wykorzystania dodatkowych narzędzi, takich jak karty pracy. Największą wadą tej metody jest brak możliwości przekazania informacji o zmianach w grafiku w czasie rzeczywistym, co może prowadzić do nieporozumień i konfliktów.

Połączenie kilku tradycyjnych metod pozwala na skuteczną kontrolę czasu pracy, lecz bez wykorzystania systemów informatycznych, proces ten jest bardzo czasochłonny i podatny na błędy. Korzystanie z papierowych dokumentów jest obarczone bardzo dużym ryzykiem utraty danych, nieautoryzowanego dostępu oraz błędów ludzkich.

2.1.2 Systemy zarządzania kapitałem ludzkim

Wraz z rozwojem technologii informatycznych wiele firm zdecydowało się na wprowadzenie rozwiązań HCM (ang. *Human Capital Management*). Pozwalają one na pełną automatyzację procesów związanych z działaniem kadr i płac. Oferują szereg funkcji związanych z zarządzaniem czasem pracy, rekrutacją, szkoleniami, wynagrodzeniami oraz rozwojem pracowników. Ich główną częścią jest moduł *Workforce Management*. Zazwyczaj dostęp do systemu odbywa się poprzez aplikację internetową, co umożliwia łatwy dostęp z dowolnego miejsca na świecie. Przykłady dostępnych systemów HCM wymieniono poniżej.

- **Oracle HCM Cloud**[24] - kompletne rozwiązanie chmurowe firmy Oracle, które łączy w sobie funkcje zarządzania personelem, procesami kadrowymi, rekrutacyjnymi i płacowymi. Jest używany m. in. przez FUJIFILM, Deutsche Bahn, czy Fujitsu.
- **SAP SuccessFactors HCM**[31] - rozwiązanie chmurowe firmy SAP, które oferuje szereg funkcji w zakresie HR (ang. *Human Resources*). Zawiera w sobie moduły do zarządzania procesami kadrowymi, rekrutacyjnymi, szkoleniowymi, płacowymi i analitycznymi. Jest używany m. in. przez Microsoft, Nestle, Allianz.
- **MintHCM**[19] - oprogramowanie firmy eVolpe oparte o otwartoźródłowe systemy CRM (ang. *Customer Relationship Management*). Oferuje szereg funkcji związanych z zarządzaniem personelem, takich jak: rekrutacja, szkolenia, oceny pracownicze, czy zarządzanie czasem pracy i urlopami. Korzystają z niego m. in. Empik, Poczta Polska, czy Asseco.

Głównym powodem, dla którego firmy decydują się wdrożyć systemy HCM jest ich pozytywny wpływ na efektywność pracy, a co za tym idzie - zwiększenie przychodów. Dobrze zaprojektowany system, który pozwala na załatwienie wielu spraw formalnych oraz administracyjnych w jednym miejscu ułatwia pracownikom codzienną pracę, pozwala na szybsze reagowanie na zmiany w organizacji i daje jasny wgląd do danych dotyczących ich wydajności. Dla kadry, system umożliwia monitorowanie działań i wyników pracowników, co może przełożyć się na premie i awanse.

Często w rozwiązaniach HCM brakuje funkcji związanej z przyznawaniem dostępów oraz kontrolą wejść i wyjść pracowników z firmy. W takich przypadkach konieczne jest zintegrowanie systemu HCM z systemem kontroli dostępu, co zwiększa koszty i skomplikowanie systemu. Dodatkowo, systemy HCM są zazwyczaj dostępne jedynie w formie

chmurowej, co może być problemem dla firm, które chcą mieć pełną kontrolę nad danymi swoich pracowników.

2.1.3 Systemy kontroli dostępu

Celem systemów kontroli dostępu jest zapewnienie bezpieczeństwa w firmie poprzez kontrolę wejść i wyjść pracowników oraz gości. Ich głównym zadaniem jest zapewnienie bezpieczeństwa pracownikom oraz ochrona mienia firmy. Pozwalają one na identyfikację osób przemieszczających się po budynku oraz na kontrolę dostępu do poszczególnych pomieszczeń. Zdarza się, że systemy są zintegrowane z alarmami oraz monitoringiem. Zazwyczaj spotyka się je w dużych firmach, w których kontrola dostępu jest kluczowym elementem bezpieczeństwa. Takie systemy dostarczają m. in. firmy:

- **Satel** - polska firma zajmująca się produkcją systemów alarmowych, monitoringowych i kontroli dostępu, której rozwiązania opierają się o technologię RFID. Możliwe jest ich wdrożenie lokalne oraz rozproszone,

- **Avigilon** - firma zajmująca się produkcją systemów monitoringu i kontroli dostępu. Ich rozwiązania opierają się głównie na technologiach bezprzewodowych oraz pinpadach.

Systemy kontroli dostępu są zazwyczaj stosowane w firmach, w których bezpieczeństwo jest kluczowym elementem. Dla pracowników ich użytkowanie jest proste i intuicyjne, a dostęp do poszczególnych pomieszczeń jest szybki i wygodny. Niestety, systemy te nie oferują funkcji związanych z zarządzaniem personelem i czasem pracy. W takich przypadkach konieczne jest zintegrowanie systemu kontroli dostępu z systemem HCM, co zwiększa koszty i skomplikowanie systemu.

2.1.4 Podsumowanie

Analiza dziedziny pozwala na stwierdzenia, że istnieje zapotrzebowanie na system łączący w sobie funkcje zarządzania personelem, kontroli czasu pracy oraz kontroli dostępu. Obecne rozwiązania są albo nieefektywne i przestarzałe, albo nie zawierają w sobie wszystkich funkcjonalności. W związku z tym zaprojektowanie i wdrożenie nowego systemu, który pozwoli na automatyzację wymienionych procesów, może przynieść wymierne korzyści dla firm. Taki system pozwoli na zwiększenie efektywności pracy, bezpieczeństwa oraz ułatwi pracownikom codzienną pracę. Dodatkowo, wykluczy on koszty ponoszone na utrzymanie kilku systemów oraz zintegrowanie ich ze sobą.

2.2 Najważniejsze funkcjonalności systemu

Dobrze zaprojektowany system zarządzania personelem powinien zawierać szereg modułów związanych z jego kluczowymi częściami. Poniżej wymieniono najważniejsze z nich.

- **Zarządzanie pracownikami** - pozwala na przechowywanie danych pracowników i zarządzanie nimi. W systemie powinna być możliwość dodawania, edycji oraz usuwania pracowników, a także przypisywania im odpowiednich ról i uprawnień.
- **Zarządzanie czasem pracy** - pozwala na kontrolę czasu pracy pracowników. System powinien umożliwiać zarządzanie grafikami pracy, kontrolę obecności pracowników oraz monitorowanie ich postępów w pracy.
- **Zarządzanie dostępem** - pozwala na kontrolę dostępu pracowników do budynku. Moduł powinien umożliwiać zarządzanie kartami dostępowymi, kontrolować wejścia i wyjścia pracowników, a także umożliwiać nadawanie uprawnień dostępu do poszczególnych pomieszczeń.

Rozdział 3

Wymagania i narzędzia

3.1 Założenia projektowe

W tej części pracy należy opisać, jakie założenia przyjęto podczas tworzenia systemu. Należy zaznaczyć, jakie funkcje systemu są najważniejsze, a które mogą być pominięte.

3.1.1 Wymagania funkcjonalne

3.1.2 Wymagania niefunkcjonalne

3.2 Projekt systemu

3.2.1 Technologie

Poniżej przedstawiono główne technologie wraz z uzasadnieniem ich wyboru oraz spis pozostałych technologii.

MySQL

MySQL to relacyjna baza danych rozwijana aktualnie przez firmę Oracle. Jej najważniejszymi cechami są: popularność, szybkość, niezawodność oraz łatwość w obsłudze. Najnowsze wersje wspierają transakcje, widoki, procedury składowane i wiele innych funkcji, które zbliżają ją do baz danych typu Enterprise. Dodatkowo oferuje lepsze prędkości odczytu danych, niż konkurencyjne rozwiązania takie jak PostgreSQL. [21]

Baza danych MySQL została wybrana ze względu na możliwości jakie oferuje, a także jej przejrzystość, co może ułatwić migrację na inne rozwiązanie w przyszłości.

Spring Framework

Spring to platforma, która dostarcza rozwiązania do tworzenia aplikacji typu Enterprise w języku Java. Jego asynchroniczna, nieblokująca architektura umożliwia tworzenie

rozwiązań, obsługujących duże ilości danych, przy jednoczesnym zachowaniu wysokiej wydajności. Składa się z wielu modułów obsługujących kluczowe aspekty działania systemu, takie jak: transakcje, bezpieczeństwo, obsługa danych, integracja z bazami danych, obsługa REST API, itp. [33]

Spring Framework został wybrany ze względu na swoją popularność, wsparcie społeczności oraz bogatą dokumentację, co ułatwiło pracę nad projektem.

Vue.js

Vue.js jest progresywnym frameworkiem JavaScript przeznaczonym do budowania interfejsów użytkownika. Charakteryzuje się lekkością, prostotą oraz wydajnością. Jego architektura oparta na komponentach umożliwia tworzenie skomplikowanych interfejsów, które są łatwe w utrzymaniu i rozbudowie. Dodatkowo oferuje udostępnienie aplikacji w formie SPA (ang. *Single Page Application*), dzięki któremu użytkownik widzi ją jako pojedynczą stronę internetową. Reakcje na interakcje użytkownika są szybkie i płynne, co zwiększa komfort korzystania z aplikacji przypominając niejako aplikacje desktopowe. [40]

Vue.js został wybrany ze względu na chęć poznania tej technologii, względnie niski próg wejścia oraz dużą popularność wśród programistów i firm.

Expo

Expo to platforma, która umożliwia tworzenie wieloplatformowych aplikacji mobilnych w językach JavaScript i TypeScript. Została stworzona na bazie **React Native** i oferuje wiele gotowych rozwiązań dotyczących zarówno interfejsu użytkownika, jak i ustawień aplikacji. Platforma umożliwia również szybkie wdrożenie aplikacji dzięki wbudowanemu serwerowi deweloperskiemu oraz narzędziom do kompilacji i publikacji aplikacji na platformach Android i iOS używając EAS (ang. *Expo Application Service*). [5]

Expo zostało wybrane ze względu na język programowania, który jest znany autorowi pracy, a także na możliwość szybkiego utworzenia i wdrożenia aplikacji na platformy mobilne.

Raspberry Pi Pico W

Raspberry Pi Pico W jest najmniejszym modułem z rodziny Raspberry Pi, który może łączyć się z siecią. Posiada wbudowany kontroler Raspberry RP4020 oparty na architekturze ARM, co czyni go idealnym wyborem do zastosowań IoT. Układ wyposażony jest w 264 KB pamięci RAM, 2 MB pamięci flash oraz 26 pinów GPIO, dzięki którym bez problemu można podłączyć do niego wiele różnych czujników i urządzeń. Pico W posiada wbudowany moduł Wi-Fi oraz Bluetooth, co pozwala na łatwe łączenie się z siecią oraz innymi urządzeniami.

Raspberry Pi Pico W został wybrany ze względu na możliwość połączenia z siecią oraz duże możliwości rozbudowy. [26]

MicroPython

MicroPython jest implementacją języka Python przeznaczona dla mikrokontrolerów i systemów wbudowanych, zoptymalizowaną pod kątem niskiego zużycia zasobów - co czyni ją idealnym wyborem dla urządzeń o ograniczonej mocy obliczeniowej i pamięci. MicroPython oferuje większość funkcji standardowego Pythona, co pozwala na szybkie i efektywne tworzenie oprogramowania dla mikrokontrolerów. Dzięki temu istnieje możliwość korzystania z dobrze znanych narzędzi i bibliotek, co znacząco przyspiesza proces tworzenia i testowania programu. [17]

MicroPython został wybrany ze względu na jego prostotę, elastyczność oraz możliwość szybkiego wdrożenia mikrokontrolera do systemu.

Inne technologie

W projekcie wykorzystano również mniej znaczące technologie, które przedstawiono w tabelach 3.1, 3.2 oraz 3.3.

Tabela 3.1: Biblioteki i frameworki wykorzystane w części backend

Technologia	**Opis**	**Autor**	**Licencja**
Spring Boot	Framework do tworzenia aplikacji w języku Java [32]	Spring	Apache License 2.0
Spring Security	Framework do zarządzania bezpieczeństwem aplikacji [34]	Spring	Apache License 2.0
Springdoc OpenAPI	Biblioteka do generowania dokumentacji API oraz dostępu do Swagger-ui [35]	Springdoc	Apache License 2.0
MySQL Connector	Sterownik do łączenia się z bazą danych MySQL [22]	Oracle	GPL 2.0
Lombok	Biblioteka do generowania kodu Java [15]	Project Lombok	MIT
JJWT	Biblioteka do obsługi tokenów JWT [12]	jwtk	Apache License 2.0

Tabela 3.2: Biblioteki i frameworki wykorzystane w części frontend oraz aplikacji mobilnej

Technologia	**Opis**	**Autor**	**Licencja**
Axios	Biblioteka do wykonywania zapytań HTTP [1]	Axios	MIT
Heroicons	Zestaw ikon SVG [13]	Tailwind Labs	MIT
PrimeVue	Biblioteka komponentów do Vue.js [28]	PrimeTek	MIT
Luxon	Biblioteka do obsługi dat i czasu [20]	Moment.js	MIT
Valibot	Biblioteka do walidacji formularzy [9]	Fabian Hiller	MIT
Vue i18n	Biblioteka do obsługi wielojęzyczności [10]	Intlify	MIT
Vue Router	Biblioteka do zarządzania trasami w aplikacji Vue.js [39]	Vue	MIT
TailwindCSS	Biblioteka do stylowania aplikacji internetowych [14]	Tailwind Labs	MIT
Nativewind	Biblioteka umożliwiająca używanie TailwindCSS w aplikacjach opartych o React Native [23]	Nativewind	MIT
React Native Gesture Handler	Biblioteka do obsługi gestów w aplikacjach opartych o React Native [16]	Software Mansion	MIT
react native nfc manager	Biblioteka do obsługi NFC w aplikacjach opartych o React Native [30]	RevtelTech	MIT

Tabela 3.3: Biblioteki wykorzystane w programie układu mikroprocesorowego

Technologia	**Opis**	**Autor**	**Licencja**
mfrc522	Biblioteka do obsługi modułu RFID [25]	Daniel Perron	MIT
picozero	Biblioteka do obsługi modułów peryferyjnych z Raspberry Pi Pico [7]	Raspberry Pi Foundation	MIT
Requests	Biblioteka do wykonywania zapytań HTTP w Python [29]	Python Software Foundation	Apache License 2.0

3.2.2 Narzędzia

Podczas tworzenia systemu wykorzystano narzędzia, które przedstawiono w tabeli 3.4.

Tabela 3.4: Narzędzia wykorzystane podczas tworzenia systemu

Narzędzie	**Opis**	**Producent**
Docker	Narzędzie do uruchamiania kontenerów, w projekcie wykorzystane do uruchomienia serwera bazy danych [3]	Docker Inc.
Git	System kontroli wersji [8]	Linus Torvalds
Visual Studio Code	Edytor kodu wykorzystany przy tworzeniu części frontend oraz aplikacji mobilnej [18]	Microsoft
IntelliJ IDEA	Zintegrowane środowisko programistyczne do języków Java oraz Kotlin, wykorzystane przy tworzeniu części backend [11]	JetBrains
Figma	Narzędzie do projektowania interfejsów użytkownika [6]	Figma
Zeplin	Narzędzie do współpracy nad projektami interfejsów użytkownika, umożliwiające generowanie stylów CSS [41]	Zeplin
Thonny	Zintegrowane środowisko programistyczne dla języka Python na mikrokontrolery [37]	Thonny
PlantUML	Narzędzie do tworzenia diagramów UML [**bib:plantuml**]	PlantUML

3.2.3 Metodyka pracy

3.3 Przypadki użycia

W tej części pracy należy przedstawić diagramy UML przypadków użycia systemu oraz je opisać.

Rozdział 4

Specyfikacja zewnętrzna

4.1 Użytkownicy i ich role

W systemie zostały zdefiniowane 3 role użytkowników:

- Użytkownik,
- Manager,
- Administrator.

Dodatkowo każde konto użytkownika może zostać zarchiwizowane, co oznacza, że użytkownik nie ma dostępu do systemu, ale jego dane pozostają w bazie danych.

Każda rola posiada inne uprawnienia i możliwości w systemie. Role można bardzo łatwo od siebie odróżnić, ponieważ każda z nich posiada inny kolor widoczny na pasku nawigacyjnym. Poniżej zostały przedstawione informacje na temat każdej z nich.

4.1.1 Użytkownik

Użytkownik jest podstawową rolą w systemie. Posiada możliwość przeglądania swoich danych, harmonogramu pracy, oraz dodawania wpisów do timesheetu. Użytkownik nie ma możliwości zarządzania innymi użytkownikami, ani zmiany ustawień systemu.

Kolorem przypisanym do użytkownika jest kolor pomarańczowy:

- `#FCAB10`,
- `rgb(252, 171, 16)`,
- `hsl(39, 98%, 53%)`.

4.1.2 Manager

Manager jest rolą posiadającą większe uprawnienia niż użytkownik. Oprócz możliwości przeglądania swoich danych, harmonogramu pracy, oraz dodawania wpisów do timesheetu, manager może również zarządzać przypisanym do siebie zespołem, harmonogramem pracy zespołu oraz przeglądać i akceptować timesheety swoich pracowników. Manager nie ma możliwości zarządzania innymi managerami.

Kolorem przypisanym do managera jest kolor zielony:

- `#ACE849`,
- `rgb(172, 232, 73)`,
- `hsl(79, 73%, 61%)`.

4.1.3 Administrator

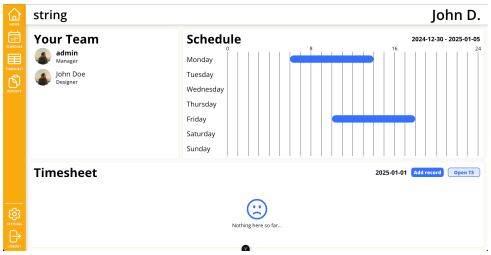
Administrator jest użytkownikiem o największych uprawnieniach w systemie. Rozszerza możliwości managera o możliwość zarządzania poszczególnymi użytkownikami i ich rolami, strukturą organizacyjną firmy - dodawanie, edycję i usuwanie działów oraz stanowisk - oraz konfigurację systemu. Administrator ma dostęp do wszystkich danych w systemie.

Kolorem przypisanym do administratora jest kolor niebieski:

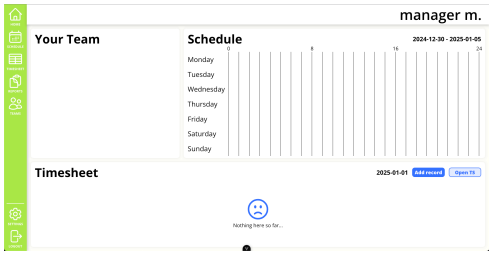
- `#3772FF`,
- `rgb(55, 114, 255)`,
- `hsl(219, 79%, 59%)`.

Ta część mogła by być opisana przy projektowaniu systemu.

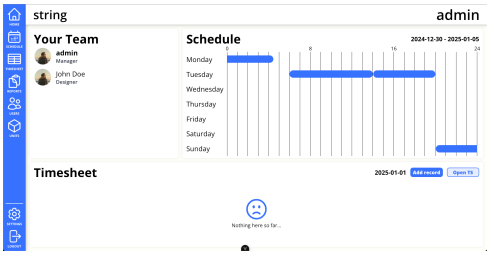
4.2 Wygląd interfejsu użytkownika



(a) Panel użytkownika



(b) Panel managera



(c) Panel administratora

Rysunek 4.1: Panel główny

4.3 Dostępność

4.3.1 Dostępność cyfrowa

Aplikacja została zaprojektowana w taki sposób, aby możliwe było korzystanie z niej wyłącznie przy użyciu klawiatury. Użycie biblioteki komponentów `PrimeVue` pozwoliło na zapewnienie dostępności dla osób o ograniczonych możliwościach ruchowych. Komponenty umieszczone na stronie internetowej są zgodne z wytycznymi `WCAG 2.1`. [2]

4.3.2 Dostępność językowa

W celu zapewnienia dostępności systemu użytkownikom z różnych krajów i regionów, aplikacja dostarcza możliwość zmiany języka interfejsu użytkownika. W chwili obecnej dostępne są 2 języki: polski i angielski, jednakże dodanie kolejnego nie wymaga od programisty dużego nakładu pracy. Każdy z języków jest przechowywany w oddzielnym pliku `.json`, co pozwala na jego łatwą modyfikację lub dodanie nowego. Część pliku zawierającego tłumaczenia na język polski została przedstawiona na rysunku 4.2.

```
"form": {
    "save": "Zapisz",
    "cancel": "Anuluj",
    "fieldRequired": "To pole jest wymagane",
    "invalidFormat": "Nieprawidłowy format"
},
```

Rysunek 4.2: Fragment pliku z tłumaczeniami na język polski

Rozdział 5

Specyfikacja wewnętrzna

5.1 Architektura systemu

W tej części pracy należy opisać, jakie komponenty składają się na system. Należy zaznaczyć, jakie są relacje między nimi. Można również opisać, jakie wzorce projektowe zostały zastosowane. Głównie chodzi o to, aby czytelnik mógł zrozumieć, jak działa system.

Kompletny system składa się z czterech głównych komponentów, które komunikują się ze sobą w celu zapewnienia pełnej funkcjonalności. Poniżej zostały przedstawione opisy każdego z nich.

5.1.1 Aplikacja webowa

Głównym interfejsem użytkownika jest aplikacja webowa stworzona przy użyciu frameworka `Vue.js`. Zapewnia użytkownikowi dostęp do większości funkcji systemu, a w zależności od roli użytkownika, umożliwia wykonanie innych czynności. Aplikacja została zaprojektowana w taki sposób, aby była przejrzysta i intuicyjna w obsłudze. Dzięki temu, użytkownik może szybko i sprawnie wykonywać swoje codzienne obowiązki. Odrębne od siebie panele zostały umieszczone w kartach pojawiających się na widoku, dzięki czemu użytkownik wie dokładnie w którym miejscu aplikacji się znajduje i jakie ma możliwości. Frontend komunikuje się z serwerem aplikacyjnym wysyłając żądania HTTP i odbierając odpowiedzi w formacie `JSON`.

5.1.2 Serwer

Serwer aplikacyjny został stworzony przy użyciu frameworka `Spring Boot` korzystając z architektury Model-Controller-Service. Zapewnia on komunikację między bazą danych, a pozostałymi komponentami systemu. Jest odpowiedzialny za przetwarzanie żądań klienckich oraz zwracanie odpowiedzi w formacie `JSON`. Serwer aplikacyjny jest również

odpowiedzialny za autoryzację i autentykację użytkowników oraz zarządzanie sesjami. Użytkownicy nie mają bezpośredniego dostępu do serwera.

5.1.3 Aplikacja mobilna

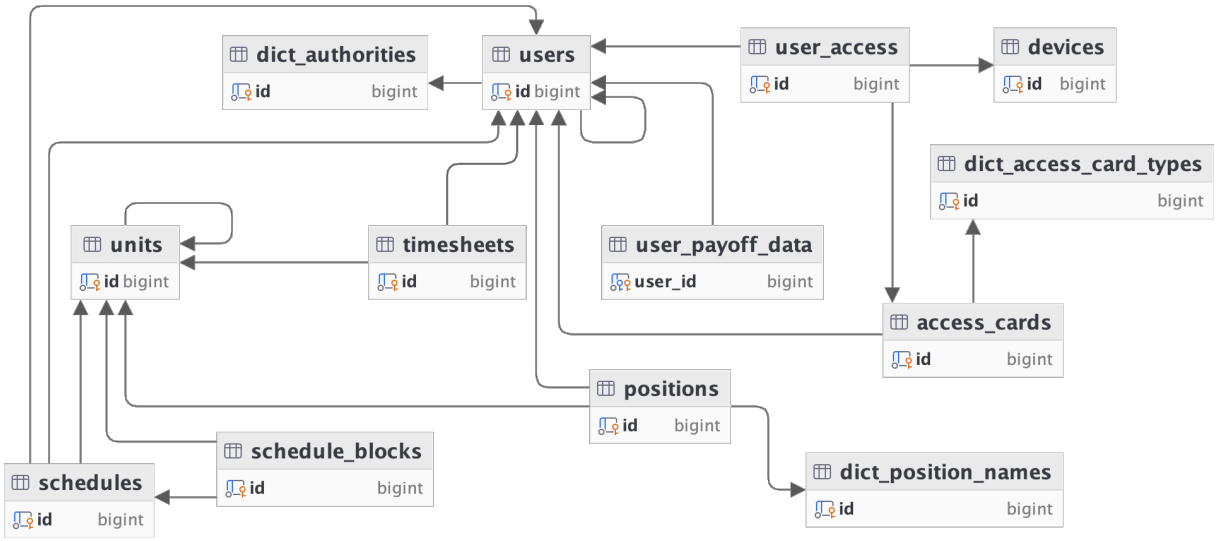
Aplikacja mobilna umożliwia użytkownikom przeglądanie swoich danych bez konieczności korzystania z przeglądarki internetowej. Jej głównym zadaniem jest jednak możliwość dodawania kart dostępowych dla poszczególnych użytkowników. Odbywa się to poprzez przyłożenie tagu NFC (ang. *Near Field Communication*) do telefonu z zainstalowaną aplikacją, a następnie przypisanie go do konkretnego użytkownika. Szczegółowy opis tego procesu został opisany w rozdziale 5.4.5.

5.1.4 Układ mikroprocesorowy

Układ mikroprocesorowy jest odpowiedzialny za odczytywanie tagów NFC oraz przesyłanie informacji do serwera aplikacyjnego. Następnie serwer zwraca informację o przyznaniu dostępu do systemu. Układ mikroprocesorowy jest zasilany z wbudowanego portu Micro USB, co umożliwia bardzo proste podłączenie go do źródła zasilania. Dokumentacja techniczna mikrokontrolera [27] precyzuje również podłączenie innego źródła zasilania bez użycia wbudowanego portu.

5.2 Struktura bazy danych

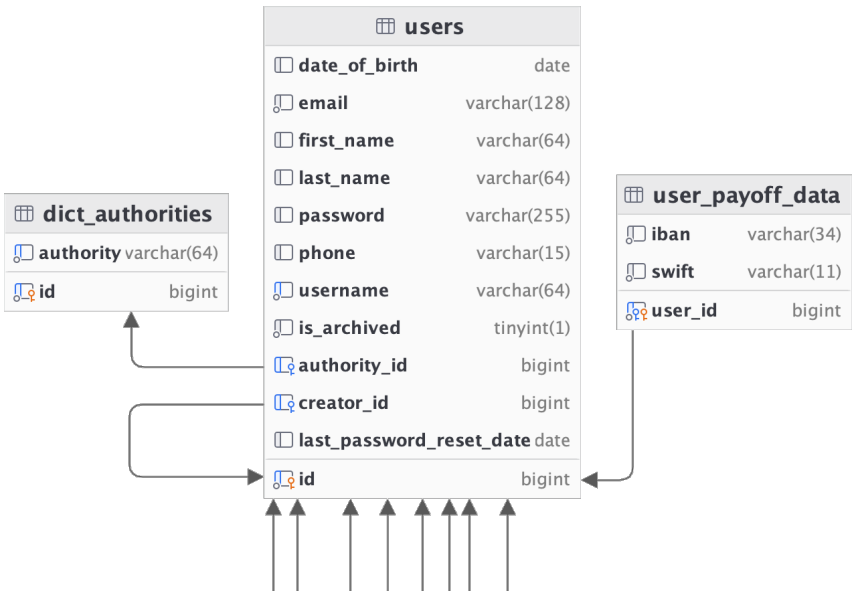
Baza danych obsługująca system składa się z kilkunastu tabel, które przechowują informacje o wszelkich danych w systemie. Na rysunku 5.1 został przedstawiony jej uproszczony schemat, a w kolejnych podrozdziałach zostaną opisane najważniejsze tabele oraz ich relacje.



Rysunek 5.1: Uproszczony schemat bazy danych

5.2.1 Tabele użytkowników

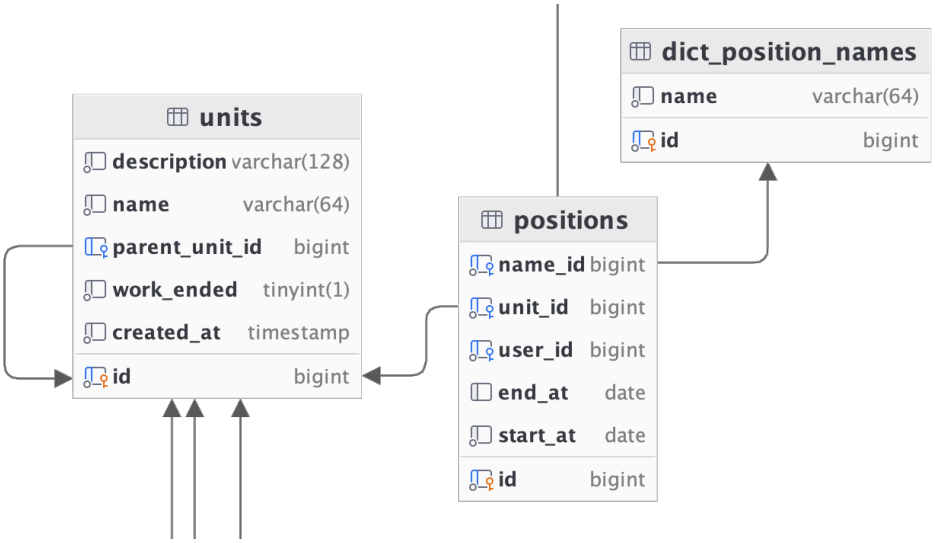
Główną tabelą przechowującą informacje o użytkownikach jest tabela `USERS`. Zawiera ona dane personalne, takie jak imię, nazwisko, adres e-mail i numer telefonu. Dodatkowo do tabeli wpisane są dane do logowania: nazwa użytkownika i hasło; oraz informacja o użytkowniku, który utworzył dany wpis. Każdy użytkownik ma przypisaną jedną z ról z tabeli `DICT_AUTHORITIES`, która określa jego uprawnienia w systemie - w relacji wiele do jednego. Relacją jeden do jednego jest połączona tabela `USER_PAYOFF_DATA` zawierające dane o koncie bankowym użytkownika. W tabeli `USERS` znajduje się również pole `is_archived`, które określa, czy użytkownik jest aktywny w systemie. Przedstawienie graficzne tabel użytkowników znajduje się na rysunku 5.2.



Rysunek 5.2: Schemat tabel użytkowników

5.2.2 Tabele jednostek organizacyjnych

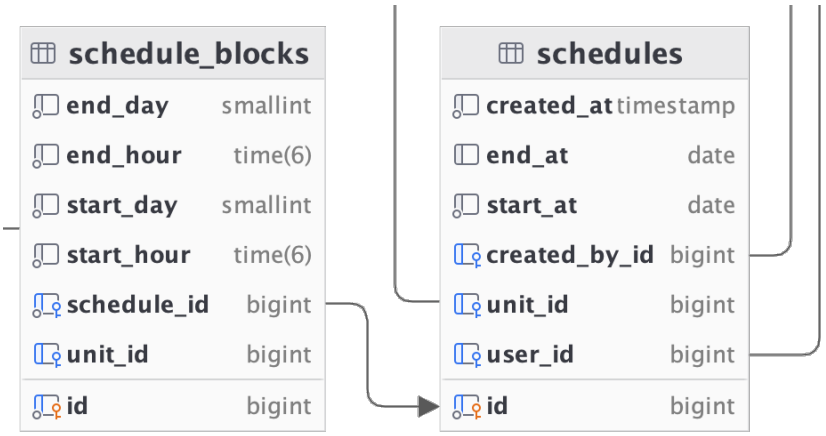
Wszystkie jednostki organizacyjne są przechowywane w tabeli `UNITS` zawierającej dane o nazwie jednostki, jej opisie, jednostce nadrzędnej oraz dacie utworzenia. Pole `work_ended` określa, czy jednostka jest aktywna. Użytkownicy są przypisani do jednostki organizacyjnej poprzez tabelę `positions` będącą tabelą łącznikową między tabelami `USERS` i `UNITS`. Znajdują się w niej dane o dacie rozpoczęcia pracy na danym stanowisku oraz dacie zakończenia pracy, a także odwołanie do tabeli słownikowej, zawierającej nazwy stanowisk. Tabela `POSITIONS` jest szczególnie ważna przy odczytywaniu harmonogramów pracy. Schemat tabel jednostek organizacyjnych został przedstawiony na rysunku 5.3.



Rysunek 5.3: Schemat tabel jednostek organizacyjnych

5.2.3 Tabele harmonogramów

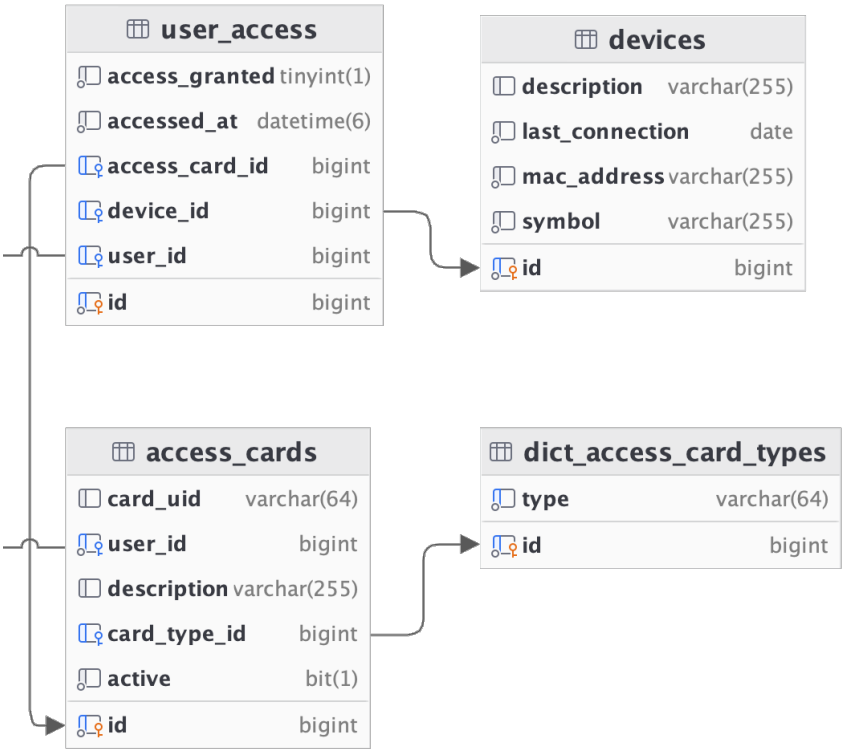
Na każdy z harmonogramów składa się pojedynczy rekord w tabeli `SCHEDULES` oraz pewna liczba rekordów w tabeli `SCHEDULE_BLOCKS`. Pierwsza z nich zawiera informacje o dacie rozpoczęcia i zakończenia harmonogramu, jego utworzenia oraz odwołanie do jednostki organizacyjnej lub użytkownika, którego dotyczy. Tabela `SCHEDULE_BLOCKS` odpowiada za przechowywanie pojedynczych bloków czasowych w harmonogramie opisując ich dzień i godzinę rozpoczęcia oraz zakończenia oraz jednostkę, której dotyczą. Tabele są powiazane relacją jeden do wielu - jeden harmonogram może zawierać wiele bloków czasowych. Przedstawienie tabel harmonogramów widoczne jest na rysunku 5.4.



Rysunek 5.4: Schemat tabel harmonogramów

5.2.4 Tabele kart dostępowych

Karty dostępowe użytkowników są przechowywane w tabeli `ACCESS_CARDS` zawierającej informacje o numerze seryjnym, jej właścicielu opisie, typie karty oraz statusie. Dzięki ostatniej z właściwości możliwe jest przypisanie dwóm użytkownikom jednej karty w różnych okresach czasu. Każda autoryzacja użytkownika jest zapisywana w tabeli `USER_ACCESS` wpisując do niej datę i godzinę, id użytkownika, id czytnika, id karty dostępowej oraz status autoryzacji. Umożliwia to późniejsze analizowanie historii autoryzacji. Wizualizacja tabel kart dostępowych znajduje się na rysunku 5.5.



Rysunek 5.5: Schemat tabel kart dostępowych

Tabela `DEVICES` przechowuje informacje o czytnikach kart - ich opis, datę ostatniego uruchomienia, adres MAC (ang. *Media Access Control address*) oraz symbol, którym identyfikuje się w systemie.

5.2.5 Tabele słownikowe

W bazie danych znajdują się trzy tabele słownikowe zawierające dane, które nie zmieniają się w czasie działania systemu. Każda z nich poprzedzona jest prefiksem `DICT_`. Są to:

- `DICT_AUTHORITIES` zawierająca role użytkowników, równoznaczne z uprawnieniami,
- `DICT_ACCESS_CARD_TYPES` zawierająca typy kart dostępowych dla łatwiejszego rozróżnienia tagów NFC,
- `DICT_POSITION_NAMES` zawierająca nazwy stanowisk przypisanych pracownikom.

Do tabel `DICT_ACCESS_CARD_TYPES` i `DICT_POSITION_NAMES` mogą zostać dodane nowe rekordy, lecz nie jest możliwe ich usunięcie. Takie ograniczenie zapewnia integralność danych w systemie i zapobiega błędom w działaniu aplikacji.

Dane mogą dodawać jedynie administratorzy systemu.

5.3 Modele i struktury danych

W tej części pracy należy opisać, jakie modele danych zostały zastosowane w systemie. Należy zaznaczyć, jakie są relacje między nimi.

Dzięki użyciu w projekcie JPA (ang. *Java Persistence API*) oraz Hibernate, struktury danych w systemie odpowiadają strukturom tabel w bazie danych - każda z tabel bazy danych jest mapowana na odpowiadającą jej klasę w systemie. Oprócz tego zostały zaimplementowane klasy pomocnicze oraz klasy DTO (ang. *Data Transfer Object*),

5.3.1 Klasy encji

Zaimportowane zależności w projekcie umożliwiają tworzenie klas encji, które są mapowane na tabele w bazie danych. Każda z nich posiada adnotację `@Entity` - informującą JPA o tym, że klasa jest encją - oraz `@Table` z nazwą tabeli, do której jest mapowana. Każde pole klasy, które odpowiada kolumnie w tabeli oznaczane jest odpowiednią adnotacją. Do generowania metod `get` i `set` używane są adnotacje `@Getter` i `@Setter` z biblioteki `lombok`. W klasach znajdują się również publiczne metody, dzięki którym możliwe było uproszczenie logiki biznesowej. Przykładowa klasa encji została przedstawiona na listingu **??**.

5.3.2 Klasy pomocnicze

Aby zapewnić poprawne działanie systemu, niezbędne było zaimplementowanie klas pomocniczych. Nie są one mapowane na tabele w bazie danych, a ich celem jest uproszczenie logiki biznesowej oraz zwiększenie czytelności kodu. Dzielą się na dwie kategorie: narzędziowe oraz danych.

Klasy należące do pierwszej z kategorii zawierają jedynie metody statyczne i nie wymagają tworzenia instancji ich obiektu. Istnieją dwie takie klasy:

- `DateUtils` - zawierająca metody do zmiany dat z formatu `java.time.LocalDate` na `java.util.Date` oraz `java.sql.Date`,
- `JwtTokenUtils` - zawierająca metody do generowania, weryfikacji i wyłuskiwania danych z tokenów JWT.

Druga kategoria klas pomocniczych to klasy danych, które istnieją w celu uproszczenia przechowywania danych w systemie. Służą najczęściej jako kontenery na dane, które następnie zostaną przetworzone na obiekty klas DTO. Najważniejszą z nich jest klasa `Calendar`, reprezentująca harmonogramy w formie kalendarza. Przechowuje ona dane dla każdego dnia tygodnia w ustalonym przedziale czasowym i dodatkowo posiada metody do sortowania, nadpisywania dni oraz uzupełniania pustych miejsc w kalendarzu.

5.3.3 Klasy DTO

W pakiecie `apimodels`, odrębnym od głównego pakietu serwera znajdują się definicje klas DTO. Służą one do ustalania struktury obiektów przesyłanych między serwerem a klientem, zapewniając poprawne działanie systemu. Każda z nich jest zaimplementowana jako klasa Java, która posiadaja jedynie publiczne pola dostępowe. Nie jest na nich wykonywana żadna logika biznesowa, a dane są wpisywane bezpośrednio przed przesłaniem ich do odbiorcy.

Pakiet apimodels zawiera subpakiety odpowiadające kontrolerom, które wymagają przesłania pełnego obiektu. Są to:

- `access_card` - modele kart dostępowych,
- `auth` - modele autoryzacji i autentykacji,
- `schedule` - modele harmonogramów,
- `timesheet` - modele timesheetów,
- `unit` - modele jednostek organizacyjnych,
- `user` - modele użytkowników.

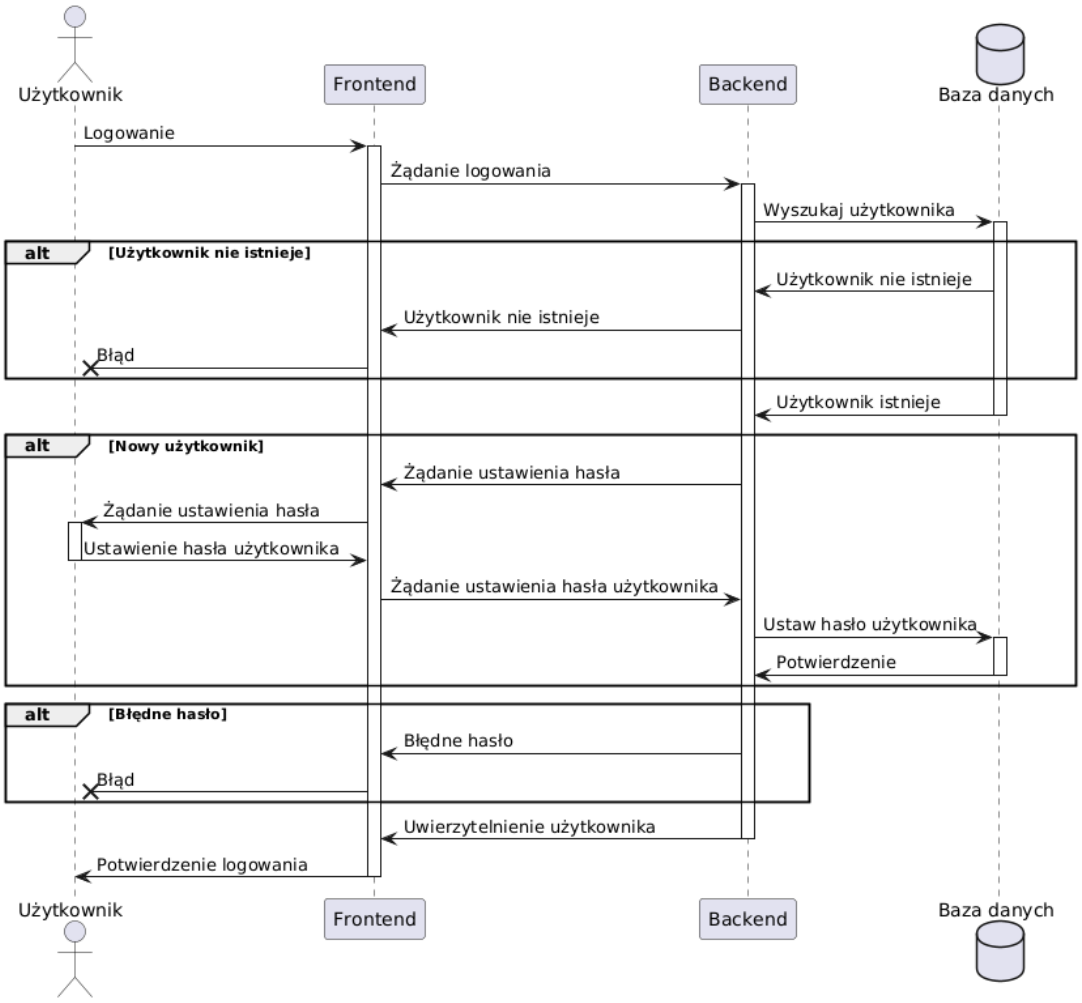
5.4 Algorytmy

5.4.1 Rejestracja i pierwsze logowanie użytkownika

Rejestracja użytkownika może zostać dokonana jedynie przez administratora systemu. W tym celu powinien on wypełnić formularz rejestracyjny wprowadzając nazwę użytkownika oraz jego adres email. Po zatwierdzeniu formularza, w widoku wszystkich użytkowników pojawi się nowy rekord z danymi właśnie utworzonego użytkownika. Następnie administrator powinien przekazać nowo zarejestrowanemu użytkownikowi jego nazwę, którą musi wpisać na ekranie logowania - nie jest wymagane przy tym wpisywanie hasła. Po zatwierdzeniu formularza, i wysłaniu danych do serwera, sprawdzi on czy użytkownik o podanej nazwie istnieje w bazie danych i czy ma przypisane hasło. Jeżeli nie, zwróci kod 206 - `Partial Content`, a aplikacja udostępni użytkownikowi możliwość ustawienia hasła. Po jego wpisaniu, potwierdzeniu i zatwierdzeniu formularza, użytkownik zostanie zalogowany do systemu. Diagram sekwencji pierwszego logowania użytkownika został przedstawiony na rysunku 5.6, a szczegóły tego procesu zostały opisane w rozdziale 5.4.2

5.4.2 Logowanie

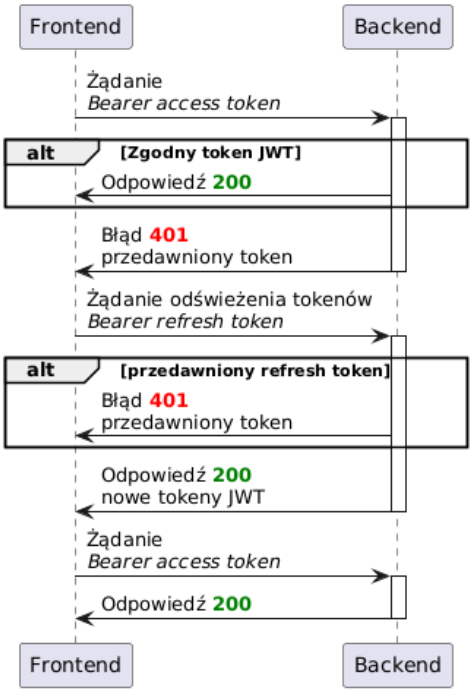
Logowanie do systemu odbywa się poprzez przesłanie żądania HTTP z danymi logowania do serwera aplikacyjnego. Po jego otrzymaniu serwer zwraca się do bazy danych w celu znalezienia użytkownika o podanej nazwie. Jeżeli użytkownik nie istnieje, serwer zwraca kod błędu 401. W przeciwnym wypadku sprawdza, czy zahashowane hasło użytkownika jest zgodne z zapisanym w bazie. Jeżeli hasła się zgadzają, serwer generuje dwa tokeny JWT (ang. *JSON Web Token*) i zwraca je w odpowiedzi. Aplikacja kliencka zapisuje otrzymane tokeny w pamięci lokalnej przeglądarki i przechodzi do widoku panelu głównego. Diagram czynności logowania został przedstawiony na rysunku 5.6.



Rysunek 5.6: Diagram czynności logowania

5.4.3 Uwierzytelnianie użytkownika

Klient po zalogowaniu się do systemu otrzymuje od serwera dwa tokeny JWT, które są przechowywane w pamięci lokalnej przeglądarki. Aby mógł korzystać z zasobów serwera, musi dołączać pierwszy z nich - token dostępowy - do nagłówka każdego żądania HTTP pod kluczem `Authorization` poprzedzając go słowem `Bearer`. Przykładowy nagłówek został przedstawiony na rysunku. Token ten jest ważny przez określony czas, po którym traci ważność - serwer zwraca wtedy kod błędu 401. Jeżeli zaistnieje taka sytuacja, klient musi wysłać żądanie odświeżenia tokena do serwera, dołączając drugi token - odświeżający - który ma dłuższy czas przedawnienia. Serwer następnie sprawdza, czy token odświeżający jest poprawny i zwraca nowe tokeny. W przeciwnym wypadku klient musi ponownie zalogować się do systemu. Diagram sekwencji procesu uwierzytelniania użytkownika został przedstawiony na rysunku 5.7.



Rysunek 5.7: Diagram sekwencji procesu uwierzytelniania użytkownika

5.4.4 Harmonogramowanie

Harmonogramowanie jest częścią systemu, która pochłania najwięcej zasobów serwera - dane za każdym razem są przetwarzane na nowo. Odejście od praktyki wstępnego generowania harmonogramów i zapisywania ich w bazie danych umożliwiło zredukowanie ilości danych przechowywanych w bazie oraz konieczności ich aktualizacji w przypadku zmian w grafiku pracy.

5.4.4.1 Zapis harmonogramu

Harmonogramowanie pracy użytkowników odbywa się poprzez wysłanie żądania HTTP z danymi harmonogramu do serwera aplikacyjnego. Następnie tworzona jest struktura danych odpowiadająca tabelom opisanym w rozdziale 5.2.3 i zapisywana w bazie danych. Po zakończeniu procesu, serwer zwraca kod 200 - `OK`, a aplikacja kliencka przechodzi do widoku harmonogramu.

5.4.4.2 Odczyt harmonogramu

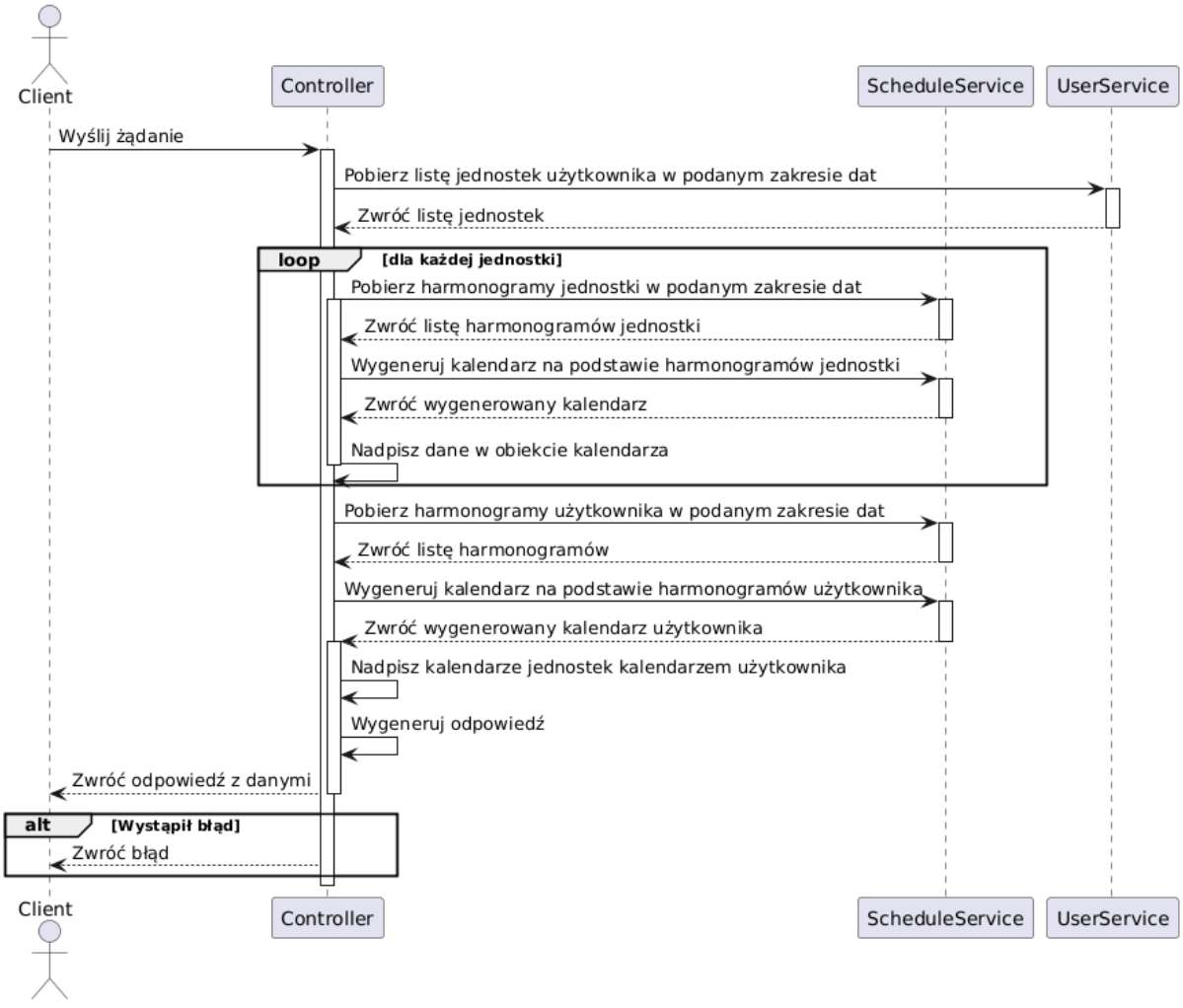
Odczyt harmonogramu odbywa się poprzez wysłanie żądania `GET` na adres odpowiednio:

- `/schedule/getUnit/{id}/{startDate}/{endDate}` - dla harmonogramu jednostki organizacyjnej,

- `/schedule/getUser/{id}/{startDate}/{endDate}` - dla harmonogramu użytkownika,

Uzupełniając odpowiednio parametry w nawiasach klamrowych. Oba żądania działają w podobny sposób - pierwszy z nich uwzględnia wyłącznie harmonogramy jednostki, natomiast drugi łączy harmonogramy wszystkich jednostek przypisanych do użytkownika, a następnie nadpisuje je harmonogramami użytkownika. W odpowiedzi serwer zwraca dane w formacie `JSON`, które są przetwarzane przez aplikację kliencką i wyświetlane w odpowiednim widoku.

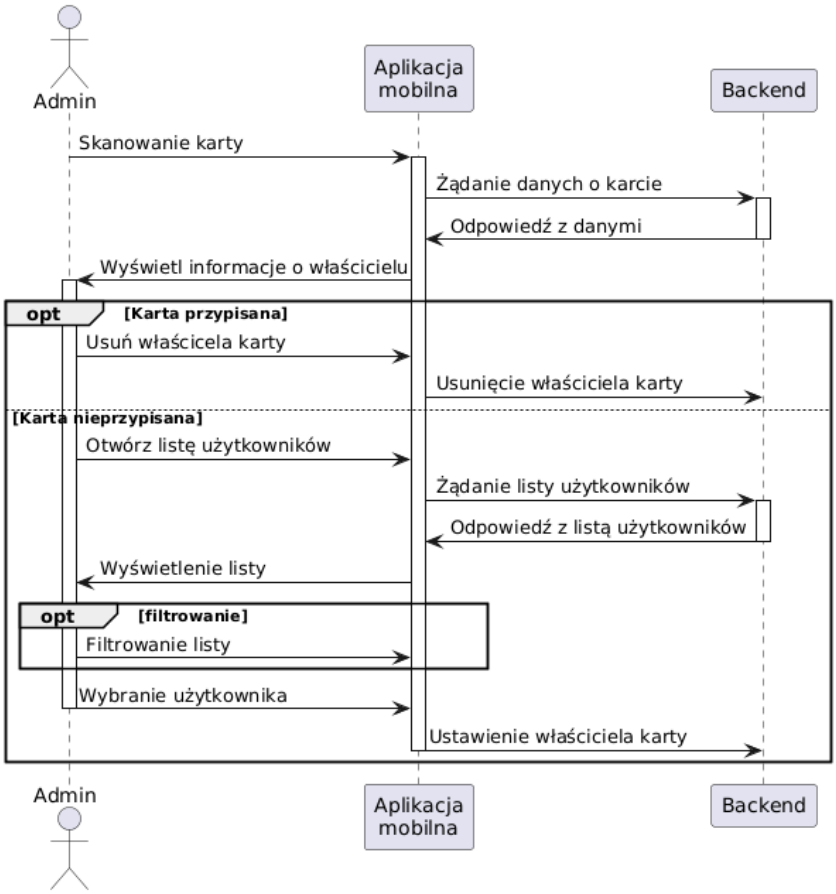
Odczytanie harmonogramu użytkownika jest dużo bardziej złożone niż jednostki organizacyjnej. Wymaga ono odczytu wszystkich jednostek, do których należał użytkownik w danym okresie czasu, następnie dla każdej z nich odczytania harmonogramu i połączenia ich w jeden widok przechowywany w klasie pomocniczej `Calendar`. Jeżeli użytkownik posiada również własny harmonogram, serwer generuje jego widok i nadpisuje dane przechowywane w klasie. Diagram sekwencji tego procesu został przedstawiony na rysunku 5.8.



Rysunek 5.8: Diagram sekwencji odczytu harmonogramu użytkownika

5.4.5 Przypisanie karty dostępowej

Przypisanie karty dostępowej odbywa się przy wykorzystaniu aplikacji mobilnej. Po zalogowaniu się do systemu administrator powinien wybrać zakładkę `CARDS`, a następnie rozpocząć skanowanie tagu NFC. Po pozytywnym odczytaniu danych aplikacja wyśle do serwera żądanie o informacje na temat karty, a w kolejnym kroku wyświetli informacje jej właścicielu. Jeżeli karta jest już przypisana do użytkownika, aplikacja umożliwi jej usunięcie, a w przeciwnym wypadku udostępni menu wyboru użytkownika, do którego ma zostać przypisana. Po zatwierdzeniu wyboru, aplikacja wyśle do serwera żądanie przypisania karty do użytkownika. Diagram sekwencji przypisania karty dostępowej został przedstawiony na rysunku 5.9.

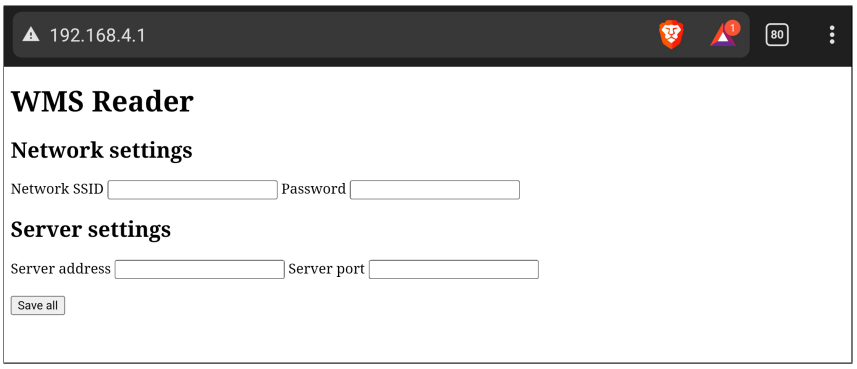


Rysunek 5.9: Diagram sekwencji odczytu i przypisania karty dostępowej

5.4.6 Uruchomienie czytnika kart

Uruchomienie czytnika kart odbywa się poprzez podłączenie go do zasilania. Następnie czytnik stara się połączyć z siecią bezprzewodową, która jest zapisana w jego pamięci. Po pozytywnym połączeniu, czytnik wysyła do serwera aplikacyjnego żądanie o informacje na swój temat dołączając do niego adres MAC. Serwer zwraca informacje o czytniku, a ten przechodzi do trybu oczekiwania na odczytanie karty. Jeżeli któryś z kroków nie

powiedzie się, czytnik przechodzi w stan błędu i udostępnia sieć Wi-Fi o nazwie `WMS-AP` z hasłem `123456789` w celu ręcznego skonfigurowania połączenia. Po połączeniu się innym urządzeniem z siecią czytnika, należy wpisać w przeglądarce adres `192.168.4.1` i wprowadzić dane dostępowe do sieci ogólnej. Widok strony konfiguracyjnej czytnika został przedstawiony na rysunku 5.10. Po zatwierdzeniu, czytnik zapisuje dane, restartuje się i ponawia opisany wcześniej proces.



Rysunek 5.10: Widok strony konfiguracyjnej czytnika

5.5 Połączenie modułów czytnika kart

Czytnik kart składa się z dwóch modułów oraz kilku elementów pasywnych. Pierwszy z modułów to mikrokontroler `Raspberry Pi Pico W` odpowiedzialny za przetwarzanie danych i komunikację z serwerem aplikacyjnym. Drugi moduł - oznaczony symbolem `RFID-RC522` - odpowiada za odczytanie tagów NFC i przekazanie ich do mikrokontrolera. Oba układy są połączone ze sobą za pomocą interfejsu SPI (ang. *Serial Peripheral Interface*). Schemat połączeń czytnika kart został przedstawiony na rysunku 5.11.

Do elementów pasywnych układu należą:

- Rezystory ograniczające prąd,
- Dioda LED RGB ze wspólną katodą, sygnalizująca stan czytnika.

Zgodnie z opisem diody do każdej anody diody podłączony jest rezystor ograniczający prąd. Zgodnie z zaleceniami producenta wartości te powinny wynosić:

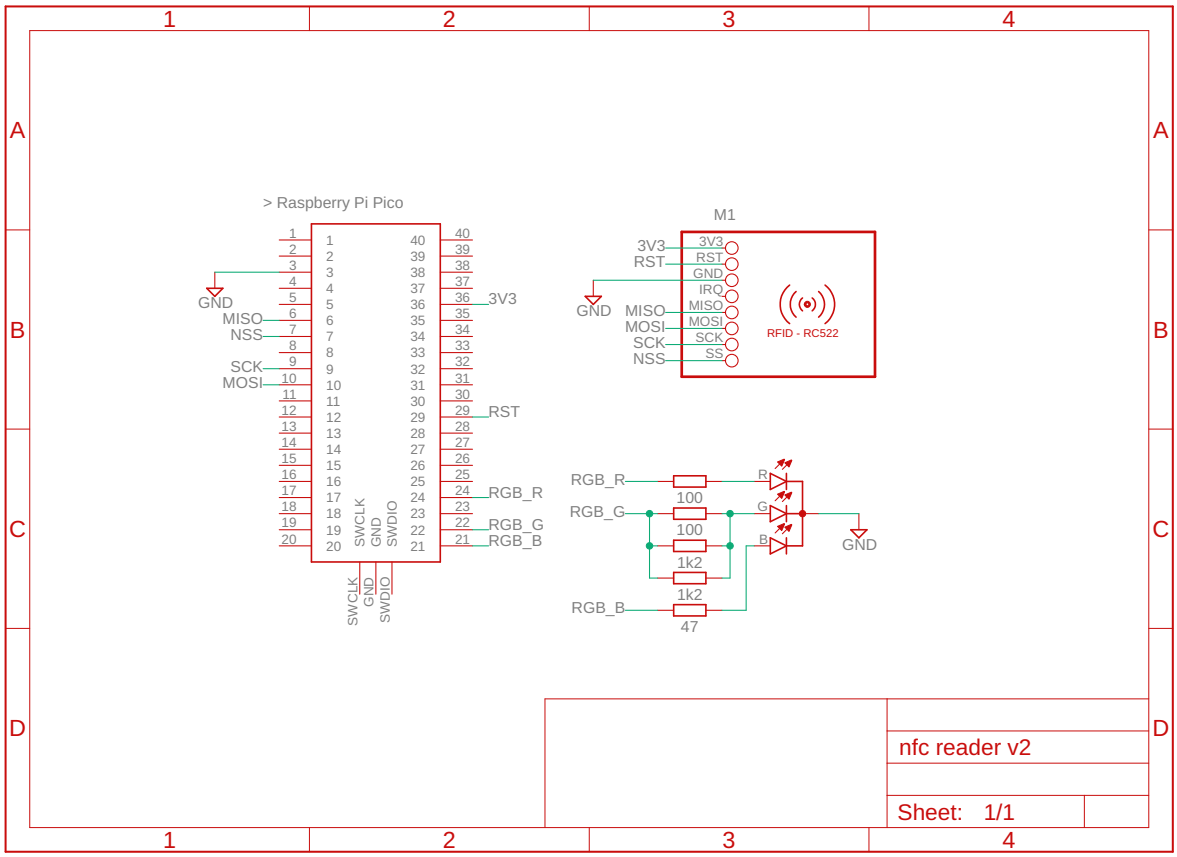
$$\begin{cases} R_R = 100\Omega \\ R_G = 82\Omega \\ R_B = 47\Omega \end{cases} \tag{5.1}$$

z dokładnością do 5%. Niemożność uzyskania rezystora dla kanału zielonego spowodowała, że połączono równolegle dostępne rezystory o wartościach 100Ω, $1,2k\Omega$ i $1,2k\Omega$. Dzięki

temu uzyskano rezystancję równą:

$$R_G = \frac{1}{\frac{1}{100} + \frac{1}{1200} + \frac{1}{1200}} \approx 85,71\Omega \tag{5.2}$$

która odbiega od wartości zalecanej o mniej niż 5%.



Rysunek 5.11: Schemat połączeń czytnika kart

Rozdział 6

Weryfikacja i walidacja

6.1 Testy

6.2 Walidacja danych

Rozdział 7

Podsumowanie i wnioski

7.1 Wnioski

7.1.1 Problemy napotkane podczas pracy

7.1.2 Ocena dobranych technologii po zakończeniu pracy

7.2 Podsumowanie

7.3 Możliwości rozwoju

Bibliografia

[1] Axios. *Axios*. URL: https://axios-http.com/ (term. wiz. 04. 10. 2024).

[2] Ministerstwo Cyfryzacji. *WCAG 2.1 w skrócie*. URL: https://www.gov.pl/web/dostepnosc-cyfrowa/wcag-21-w-skrocie (term. wiz. 07. 10. 2024).

[3] Docker. *Docker*. URL: https://www.docker.com/ (term. wiz. 25. 09. 2024).

[4] Stefan Trzcieliński Edmund Pawłowski. *Zarządzanie przedsiębiorstwem, Funkcje i struktury*. Poznań: Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, 2011. ISBN: 978-83-7143-968-1.

[5] Expo. *Expo*. URL: https://expo.dev/ (term. wiz. 25. 10. 2024).

[6] Figma. *Figma*. URL: https://www.figma.com/ (term. wiz. 23. 09. 2024).

[7] Raspberry Pi Foundation. *PicoZero*. URL: https://github.com/RaspberryPiFoundation/picozero (term. wiz. 08. 11. 2024).

[8] Git. *Git - Distributed Version Control System*. URL: https://git-scm.com/ (term. wiz. 25. 09. 2024).

[9] Fabian Hiller. *Valibot*. URL: https://valibot.dev/ (term. wiz. 04. 11. 2024).

[10] Intlify. *Vue I18n*. URL: https://vue-i18n.intlify.dev/ (term. wiz. 04. 10. 2024).

[11] JetBrains. *IntelliJ IDEA*. URL: https://www.jetbrains.com/idea/ (term. wiz. 23. 09. 2024).

[12] jwtk. *Java JWT: JSON Web Token for Java and Android*. URL: https://github.com/jwtk/jjwt (term. wiz. 09. 09. 2024).

[13] Tailwind Labs. *Heroicons*. URL: https://heroicons.com/ (term. wiz. 04. 10. 2024).

[14] Tailwind Labs. *Tailwind CSS*. URL: https://tailwindcss.com/ (term. wiz. 26. 11. 2024).

[15] Project Lombok. *Project Lombok*. URL: https://projectlombok.org/ (term. wiz. 25. 09. 2024).

[16] Software Mansion. *React Native Gesture Handler*. URL: https://docs.swmansion.com/react-native-gesture-handler/ (term. wiz. 25. 10. 2024).

[17] MicroPython. *MicroPython*. URL: https://micropython.org/ (term. wiz. 10. 11. 2024).

[18] Microsoft. *Visual Studio Code*. URL: https://code.visualstudio.com/ (term. wiz. 04. 10. 2024).

[19] MintHCM. *MintHCM*. URL: https://minthcm.org/ (term. wiz. 30. 09. 2024).

[20] Moment.js. *Luxon*. URL: https://moment.github.io/luxon/#/ (term. wiz. 03. 12. 2024).

[21] MySQL. *MySQL*. URL: https://www.mysql.com/ (term. wiz. 25. 09. 2024).

[22] MySQL. *MySQL Connector*. URL: https://www.mysql.com/products/connector/ (term. wiz. 25. 09. 2024).

[23] Nativewind. *Nativewind*. URL: https://www.nativewind.dev/ (term. wiz. 25. 11. 2024).

[24] Oracle. *Oracle Human Capital Management (HCM)*. URL: https://www.oracle.com/human-capital-management/ (term. wiz. 30. 09. 2024).

[25] Daniel Perron. *MicroPython MFRC522*. URL: https://github.com/danjperron/micropython-mfrc522/tree/master?tab=readme-ov-file (term. wiz. 11. 11. 2024).

[26] Raspberry Pi. *Pico-series Microcontrollers*. URL: https://www.raspberrypi.com/documentation/microcontrollers/pico-series.html (term. wiz. 08. 11. 2024).

[27] Raspberry Pi. *Pico W Datasheet*. 2023. URL: https://datasheets.raspberrypi.com/picow/pico-w-datasheet.pdf (term. wiz. 08. 11. 2024).

[28] PrimeTek. *PrimeVue*. URL: https://primevue.org/ (term. wiz. 04. 10. 2024).

[29] Kenneth Reitz. *Requests: HTTP for Humans*. URL: https://requests.readthedocs.io/en/latest/ (term. wiz. 12. 11. 2024).

[30] RevTelTech. *React Native NFC Manager*. URL: https://github.com/revtel/react-native-nfc-manager (term. wiz. 25. 10. 2024).

[31] SAP. *Human capital management (HCM)*. URL: https://www.sap.com/products/hcm.html (term. wiz. 30. 09. 2024).

[32] Spring. *Spring Boot*. URL: https://spring.io/projects/spring-boot (term. wiz. 09. 09. 2024).

[33] Spring. *Spring Framework*. URL: https://spring.io/ (term. wiz. 25. 09. 2024).

[34] Spring. *Spring Security*. URL: https://spring.io/projects/spring-security (term. wiz. 09. 09. 2024).

[35] SpringDoc. *SpringDoc*. URL: https://springdoc.org/ (term. wiz. 09. 09. 2024).

[36] *Struktura organizacyjna firmy – jak może wyglądać? Rodzaje i przykłady*. URL: https://tomhrm.com/struktura-organizacyjna-firmy-rodzaje-przyklady/ (term. wiz. 26. 11. 2024).

[37] Thonny. *Thonny, Python IDE for beginners*. URL: https://thonny.org/ (term. wiz. 03. 12. 2024).

[38] *Ustawa z dnia 26 czerwca 1974 r. Kodeks pracy*. 1974. URL: https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU19740240141/U/D19740141Lj.pdf (term. wiz. 27. 11. 2024).

[39] Vue. *Vue Router*. URL: https://router.vuejs.org/ (term. wiz. 04. 10. 2024).

[40] Vue.js. *Vue.js*. URL: https://vuejs.org/ (term. wiz. 04. 10. 2024).

[41] Zeplin. *Zeplin*. URL: https://zeplin.io/ (term. wiz. 23. 09. 2024).

Dodatki

Spis skrótów i symboli

HCM System Zarządzania Kapitałem Ludzkim (ang. *Human Capital Management*)

HR Zarządzanie Zasobami Ludzkimi (ang. *Human Resources*)

CRM Zarządzanie Relacjami z Klientami (ang. *Customer Relationship Management*)

SPA Aplikacja jednostronicowa (ang. *Single Page Application*)

MAC Adres sprzętowy karty sieciowej (ang. *Media Access Control address*)

DTO Obiekt transferu danych (ang. *Data Transfer Object*)

MSC Model-Serwis-Kontroler (ang. *Model-Service-Controller*)

EAS Usługa aplikacji Expo (ang. *Expo Application Services*)

SPI Szeregowy interfejs urządzeń peryferyjnych (ang. *Serial Peripheral Interface*)

Źródła

Lista dodatkowych plików, uzupełniających tekst pracy

Spis rysunków

Spis tabel