Obraz zawierający tekst, Czcionka, zrzut ekranu, logo

Opis wygenerowany automatycznie

**Damian Biskupski**

**236503**

PRACA DYPLOMOWA

inżynierska

na kierunku Informatyk Stosowana

**Aplikacja webowa do zamawiania i automatyzowania procesu wytwarzania własnoręcznie robionych gier planszowych**

Wydział Fizyki Technicznej, Informatyki i Matematyki Stosowanej

**Promotor:** dr inż. Joanna Ochelska-Mierzejewska

Łódź 2023

**Spis treści**

[1. Wstęp 2](#_Toc151486080)

[1.1. Problematyka i zakres pracy 2](#_Toc151486081)

[1.2. Cele pracy 3](#_Toc151486082)

[1.3. Przegląd literatury 3](#_Toc151486083)

[1.4. Układ pracy 4](#_Toc151486084)

[2. Przegląd wybranych aplikacji wspomagających proces zamawiania i projektowanie gier planszowych 4](#_Toc151486085)

[2.1. Aplikacja webowa StoryboardThat 4](#_Toc151486086)

[2.2. Aplikacja webowa TableTopia 6](#_Toc151486087)

[2.3. Aplikacja webowa Olx 8](#_Toc151486088)

[2.4. Zalety i wady wybranych aplikacji do zamawiania i wspomagania projektowania gier planszowych 9](#_Toc151486089)

[3. Stos technologiczny 10](#_Toc151486090)

[3.1. Uzasadnienie wyboru technologii 10](#_Toc151486091)

[3.2. Język programowania TypeScript 12](#_Toc151486092)

[3.3. Framework NestJs 12](#_Toc151486093)

[3.4. Framework React 13](#_Toc151486094)

[3.5. Baza danych PostgreSQL 14](#_Toc151486095)

[3.6. System kolejkowania BullMQ 15](#_Toc151486096)

[3.7. Pakiet Mailer 16](#_Toc151486097)

[3.8. Pakiet JWT 16](#_Toc151486098)

[3.9. Pakiet Schedule 17](#_Toc151486099)

[4. Cykl projektowy aplikacji webowej BoardFlow 18](#_Toc151486100)

[4.1. Sylwetka klienta i jego wymagania 18](#_Toc151486101)

[4.2. Wymagania funkcjonalne 20](#_Toc151486102)

[4.3. Wymagania niefunkcjonalne 22](#_Toc151486103)

[4.4. Architektura aplikacji 23](#_Toc151486104)

[4.5. Implementacja – punkty kluczowe 23](#_Toc151486105)

[4.6. Testy 23](#_Toc151486106)

[4.7. Instalacje i konserwacja 23](#_Toc151486107)

[5. Podręcznik użytkowania aplikacji webowej BoardFlow 23](#_Toc151486108)

[5.1. Wprowadzenie do panelu klienta 23](#_Toc151486109)

[5.2. Wprowadzenie do panelu pracownika 23](#_Toc151486110)

[6. Podsumowanie 24](#_Toc151486111)

[6.1. Wnioski 24](#_Toc151486112)

[6.2. Perspektywy dalszego rozwoju tematyki 24](#_Toc151486113)

[Spis rysunków 24](#_Toc151486114)

[Spis tabel 25](#_Toc151486115)

[Bibliografia 25](#_Toc151486116)

# **Wstęp**

## **Problematyka i zakres pracy**

Prowadzenie działalności gospodarczej od zawsze było wymagającym wyzwaniem. Od czasów powstania pierwszych sklepów przedsiębiorcy starają się dotrzeć do jak najszerszego grona odbiorców. Z biegiem czasu ten cel osiągali coraz to nowszymi środkami masowego przekazu, gazetą, radiem, telewizją i najnowszą powstałą formą – Internetem. Ten ostatni sposób stał się normą, która jest niezbędna do przetrwania, a nawet istnienia współczesnej działalności gospodarczej. Statystyczny konsument stał się wygodniejszy przez ogólną wirtualizację świata, przez co posiadanie internetowej sprzedaży może stać się czynnikiem kluczowym w przypadku wyboru sklepu w którym dokona się zakupu produktu. E-commerce jest obecnie jedną z najbardziej dochodowych gałęzi biznesu, a co za tym idzie, chcąc przetrwać na rynku przedsiębiorcy zmuszeni są do wyboru tej formy handlu [1].

Dodatkowym czynnikiem, które również jest ważny przy prowadzeniu działalności gospodarczej jest skuteczne planowanie pracy. W dzisiejszych czasach, kiedy świat wymaga coraz bardziej niebanalnych pomysłów, trzymanie planu pracy w głowie przestaje być możliwe przez złożoność wytwarzanych produktów. Kluczowe w tym przypadku staję się miejsce w którym możemy trzymać plan naszej pracy, co już zrobiliśmy, a co należy jeszcze zrobić. Można tego dokonać na różne sposoby za pomocą specjalnej tablicy lub zwykłej kartki papieru, jednak formą, która najlepiej się sprawdzi w większości przypadków to dedykowane miejsce do tego typu aktywności. Takim miejscem są wszelkiego typu programy wspomagające zarządzanie projektami, pozwalają one kategoryzować naszą pracę i skutecznie ją zaplanować, a co ważniejsze są dostępne z każdego miejsca, a jednocześnie są szybsze w użyciu niż inne sposoby na zarządzanie projektem.

Zakresem prac będzie analiza procesów towarzyszących obecnie w procesie wytwarzania i zamawiania produktu oraz pozostałych potrzeb konsumenckich i przełożenie tego na wymagania funkcjonalne i niefunkcjonalne oprogramowania. Dodatkowo poddane analizie i porównaniu zostaną obecnie dostępne rozwiązania na rynku wspierające projektowanie i na bazie ich wad i zalet stworzona zostanie nowa aplikacja.

## **Cele pracy**

Celem niniejszej pracy jest analiza wybranych istniejących aplikacji na rynku wspierających proces projektowania poprzez porównanie ich mocnych i słabych stron. Na podstawie przeprowadzonej analizy i sylwetki klienta zostanie utworzona nowa aplikacja webowa, która będzie automatyzować proces wytwarzania i zamawiania gier planszowych poprzez łączenie najlepszych cech i omijanie popełnionych błędów w porównywanych serwisach. Powstałe rozwiązanie końcowo zostanie porównane z wcześniej analizowanymi dostępnymi serwisami na rynku, w celu podsumowania czy wszystkie założenia zostały spełnione.

## **Przegląd literatury**

Nest.js: A Progressive Node.js Framework – oficjalna dokumentacja techniczna framework’a Nest.js [2]. Zasób ten wybrałem ze względu, że jest to jedna z lepiej napisanych dokumentacji na rynku. Opisuję ona działanie całej platformy programistycznej, jak i tego w jaki sposób można używać danych zależności i biblioteki współpracują z danym szkieletem aplikacyjnym.

Dav Vanderkam, TypeScript: Skuteczne programowanie - książka zawierająca porady dotyczące dobrych praktyk i skutecznego posługiwania się językiem programowania TypeScript [3], [4]. Zasób ten wybrałem ze względu na praktyczne przepisy oraz wskazówki, które mogą przynieść korzyści w celu optymalnego wykorzystania potencjału języka TypeScript [4].

Ian Sommerville, Software Engineering Ninth Edition – opis cyklu projektowego w procesie wytwarzania oprogramowania [5]. Zasób ten wybrałem ze względu na lepsze zrozumienie potencjału inżynierii oprogramowania oraz jak wygląda krok po kroku wytwarzanie profesjonalnego oprogramowania od wymagań klienta, aż po fazę konserwacji i utrzymania docelowego programu.

## **Układ pracy**

Praca zbudowana jest z dwóch części, część teoretyczna – rozdziały 1-3, część praktyczna – rozdziały 4-6. Pierwsza część pracy opisuję podstawy napotkanego problemu oraz obecnie dostępne na rynku rozwiązania oraz technologię, które zostaną przeanalizowane. Drugi rozdział opisuje cykl projektowy aplikacji wraz z wszystkimi jego fazami, według metodologii waterfall [6]. W tej części znajduję się również podręcznik użytkowania aplikacji oraz podsumowanie przeprowadzonego cyklu projektowego oraz perspektywy dalszego rozwoju tematyki.

# **Przegląd wybranych aplikacji wspomagających proces zamawiania i projektowanie gier planszowych**

Stworzona aplikacja łączy w sobie cechy systemu do sprzedaży rzeczy jak i do wspomagania procesu wytwarzania projektu. W związku z tym porównywane istniejące już rozwiązania będą pochodzić z tych dwóch dziedzin. Taka perspektywa zostanie użyta w celu wskazania, że wytworzone nowe oprogramowanie będzie łączyć cechy z obydwóch tych zakresów.

## **Aplikacja webowa StoryboardThat**

Obraz zawierający Czcionka, logo, Grafika, tekst

Opis wygenerowany automatycznie

Rysunek 2.1: Logotyp systemu StoryboardThat.

Źródło: [49]

Aplikacja webowa StoryboardThat (rysunek 2.1) jest systemem wspomagającym proces projektowania gier planszowych poprzez możliwość projektowania gry planszowej za pośrednictwem kreatora gier planszowych. Interfejs użytkownika przedstawiony na rysunku 2.2 prezentuję widok aplikacji i jej kluczowe elementy takie jak:

* Obszar roboczy – przestrzeń na której następuje wizualizacja projektu,
* Pasek menu – umożliwiający dodanie różnego typu obiektów gry.

Aplikacja oferuję możliwość budowy gry planszowej z predefiniowanych elementów, które niestety nie są możliwe do edycji, a co za tym idzie użytkownik nie może zmienić ich właściwości. Gotowe projekty gier zamykają się niestety tylko w modelach 2D bez możliwości żadnych rozszerzeń o często kluczowe opisy lub notatki. Aplikacja nie oferuję żadnego API za pośrednictwem, którego można by było spróbować rozszerzyć działanie aplikacji. Nie jest również możliwe prezentowanie statusu projektu, ani dzielenie się projektem w formie do edycji z innymi potencjalnymi pracownikami, raz zapisany szablon nie ulega już zmianie. Przekłada się to tym samym na brak możliwości skutecznego planowania czasu pracy. Potencjalny użytkownik musi wykonać cały projekt naraz, gdzie w przypadku zaistnienia możliwości utworzenia bardziej skomplikowanego projektu trzeba by było zostawić odpalony komputer na długie godziny. Warto również zaznaczyć fakt, że tworzy to tym samym problem z podziałem danego projektu na zadania do wykonania, a co za tym idzie może statystycznie wydłużyć czas pracy nad projektem. Warto również podkreślić fakt, że aplikacja mimo znikomej liczby oferowanych funkcjonalności jest płatna.

Obraz zawierający tekst, zrzut ekranu, oprogramowanie, Ikona komputerowa

Opis wygenerowany automatycznie

Rysunek 2.2: Zdjęcie ekranu z aplikacji webowej StoryboardThat.

Źródło: [53]

## **Aplikacja webowa TableTopia**

Obraz zawierający Grafika, logo, Czcionka, Jaskrawoniebieski

Opis wygenerowany automatycznie

Rysunek 2.3: Logotyp systemu TableTopia.

Źródło: [50]

Aplikacja webowa TableTopia (rysunek 2.3) jest jednym z najbardziej rozbudowanych serwisów jeżeli chodzi o projektowanie gier planszowych. Swoim użytkownikom oferuję szereg udogodnień, jak tworzenie rozbudowanych modeli składających się z wielu elementów w tym modeli 3D zbudowanych z predefiniowanych materiałów. Interfejs użytkownika przedstawiony na rysunku 2.4 prezentuję widok aplikacji i jej kluczowe elementy takie jak:

* Predefiniowane elementy – elementy które mogą posłużyć jako szablony do tworzenia elementów gry,
* Dotychczas stworzone elementy – elementy, które stworzyliśmy dotychczas,
* Kreator nowych elementów – umożliwiający nam tworzenie nowych elementów od zera.

Aplikacja tak jak zostało wspomniane udostępnia nam również możliwość tworzenia własnych nowych obiektów o zadanej grafice, rozmiarze czy też nazwie, jednak nowe elementy muszą być elementami danego typu na przykład karta lub kostka rysunek 2.5. Aplikacja udostępnia możliwość zapisu projektu w formie do edycji co umożliwia w pewnym stopniu dzielenie się pracą jednak tylko w obrębie jednego konta, co za tym idzie potencjalni współpracownicy zmuszeni są do dzielenia się jednym kontem. Warto również podkreślić fakt, że system ten nie ma możliwości stworzenia zadań na utworzenie danego elementu, z czego wynika konieczność korzystania dalej z jakiegoś miejsca do przetrzymywania elementów do stworzenia. Tak samo w momencie przekładania modelu aplikacji na świat rzeczywisty użytkownik nie ma możliwości pilnowania za pośrednictwem systemu, które elementy zostały już utworzone, a które nie, co może prowadzić do problemów z organizacją wytwarzania projektu. Serwis również nie udostępnia możliwości kategoryzacji elementów na te bardziej i mniej priorytetowe, tym samym nie spełniając założeń aplikacji do zarządzania wytwarzaniem projektu w całości. Dodatkowo system nie udostępnia API do rozszerzenia swoich funkcjonalności i jest płatny.

Obraz zawierający tekst, zrzut ekranu, oprogramowanie, Strona internetowa

Opis wygenerowany automatycznie

Rysunek 2.4: Zdjęcie ekranu z aplikacji webowej TableTopia.

Źródło: [54]

Obraz zawierający tekst, zrzut ekranu, oprogramowanie, Ikona komputerowa

Opis wygenerowany automatycznie

Rysunek 2.5: Zdjęcie z aplikacji webowej TableTopia prezentujące tworzenie nowego obiektu.

Źródło: [54]

## **Aplikacja webowa Olx**

Obraz zawierający Grafika, symbol, projekt graficzny, logo

Opis wygenerowany automatycznie

Rysunek 2.6: Logotyp systemu Olx.

Źródło: [51]

Aplikacja webowa Olx (rysunek 2.5) jest serwisem ogłoszeniowym, który udostępnia swoim użytkownikom możliwość publikacji usług, wystawiania rzeczy na sprzedaż, jak i w drugą stronę, możliwość przeglądania usług i zakupu wystawionych rzeczy. Posiada ona bardzo intuicyjny interfejs użytkownika przedstawiony na rysunku 2.6. Po wybraniu interesującej nas kategorii na ekranie możemy zobaczyć wylistowane kafelki pasujące do naszego wyszukiwania z możliwością stronicowania tuż za ostatnią rzeczą na liście. Serwis udostępnia bardzo przyjemne przefiltrowanie rzeczy po nazwie lub też innych kategoriach, które mogą być przypisane do danej rzeczy. Po wejściu w daną rzecz dostajemy szereg informacji jak opis, cena i więcej zdjęć zadanego produktu. Aplikacja ta jest bardzo prosta w obsłudze, a co za tym idzie potencjalny klient nie zniechęca się po wejściu na stronę do serwisu, bo nie wie jak coś zrobić. Ciekawym aspektem tej aplikacji jest czat ze sprzedającym, który może okazać się pomocny w przypadku dopytania o szczegóły zamówienia. Jednak z perspektywy wykupienia danej usługi, która jest realizowana przez dłuższy okres czasu, to na sprzedającym spoczywa odpowiedzialność wejścia w dany dymek czatu i informowania klienta o statusie. Jest to opcja narażona na potencjalne niebezpieczeństwo przez współczynnik ludzki, co może wywoływać negatywne emocję u klienta, który złożył dane zamówienie, a nie wie co się z nim dzieje. Dodatkowo z perspektywy przedsiębiorcy oferującego swoje usługi lub produkty na platformie nie ma możliwości obszernego zareklamowania się. Jedyną opcją jest zdjęcie profilowe. Tym samym przedsiębiorca nie ma możliwości przedstawienia swojej firmy, czy jakichkolwiek szczegółów z nią związanych.

Obraz zawierający tekst, zrzut ekranu, oprogramowanie, Strona internetowa

Opis wygenerowany automatycznie

Rysunek 2.7: Zdjęcie ekranu z aplikacji webowej Olx.

Źródło: [55]

## **Zalety i wady wybranych aplikacji do zamawiania i wspomagania projektowania gier planszowych**

Po przeanalizowaniu istniejących już rozwiązań można dojść do jednoznacznych wniosków, że na rynku nie ma oprogramowania spełniającego w 100% cechy serwisu sprzedaży, jak i wspomagania procesu projektowania gier planszowych oraz zarządzania wytwarzanym projektem. Wady i zalety istniejących rozwiązań zostały zagregowane w tabeli 2.1. Jak możemy zauważyć wszystkim systemom wspomagającym cały proces projektowania gier planszowych daleko do ideału, a co za tym idzie nie spełniają założenia sprawnego projektowania i zarządzania wytwarzanym projektem. Z kolei serwis oferujący prezentacji swoich usług nie oferuję nic więcej poza ramami sprzedaży danego produktu. Z związku z tym stworzenie oprogramowania łączącego w sobie cechy zamawiania i wspomagania projektowania gier i planszowych jest zasadne i uzupełni brakującą lukę w rynku.

Tabela .: Porównanie funkcjonalności oferowanych przez obecnie dostępne rozwiązania na rynku

Obraz zawierający tekst, zrzut ekranu, linia, Równolegle

Opis wygenerowany automatycznie

# **Stos technologiczny**

## **Uzasadnienie wyboru technologii**

Przez ostatnie paręnaście lat można zauważyć zachodzącą rewolucję w której Internet staje się drugą rzeczywistością handlu zwiększając swoją wartość o miliardy dolarów każdego roku, co przedstawia wykres dostępny rysunku 3.1. Oczywistą odpowiedzią na zachodzące zmiany, jak i prognozy rynkowe z których jasno wynika, że proces ten będzie postępował coraz szybciej jest przenoszenie się każdego przedsiębiorstwa do Internetu. Generuję to tym samym coraz więcej potrzeb „komputeryzacji” sklepów oraz systemów. Wynikiem tego procesu jest ogromny rozwój przeróżnych framework’ów webowych i coraz to nowszych języków programowania.

Obraz zawierający tekst, zrzut ekranu, numer, Czcionka

Opis wygenerowany automatycznie

Rysunek 3.1: Wykres wartości rynkowej i prognozowanej w handlu internetowym na świecie według portalu ecommerce guide.

Źródło: [7]

Jednym z takich języków programowania, który co roku notuję coraz większy udział na rynku jest język programowania TypeScript, którego to wzrost popularności i ilości pobrań przedstawiony jest na wykresach na rysunkach 3.2 oraz 3.3 [4]. Wynika z tego jasno, że technologia ta zyskuję coraz to większą renomę notując nawet 3 krotny wzrost w ciągu ostatnich czterech lat. Dzieję się tak ze względu na szereg korzyści płynący z używania tej semantyki, między innymi:

* Wprowadzanie typowania przez nadawanie zmiennym określonego typu danych. Pozwala to uniknąć wielu błędów z odwoływania się do nieistniejących instancji obiektów klas,
* Dostęp do dekoratorów, które pozwalają dopisać dodatkową logikę do klas metod parametrów, zwiększając tym samym czytelność kodu [10],
* Wprowadzenie jawnej i prostej enkapsulacji zmiennych i metod klas, co pozwala zachować kontrolę nad udostępnianiem wewnętrznej logiki na zewnątrz obiektu [11].

Obraz zawierający zrzut ekranu, linia, Wielobarwność, diagram

Opis wygenerowany automatycznie

Rysunek 3.2: Wykres reprezentujący rozkład użycia języków programowania w ciągu ostatnich 12 miesięcy.

Źródło: [8]

Obraz zawierający linia, Wykres, diagram, stok

Opis wygenerowany automatycznie

Rysunek 3.3: Wykres reprezentujący ilość pobrań języka programowania TypeScript.

Źródło: [9]

## **Język programowania TypeScript**



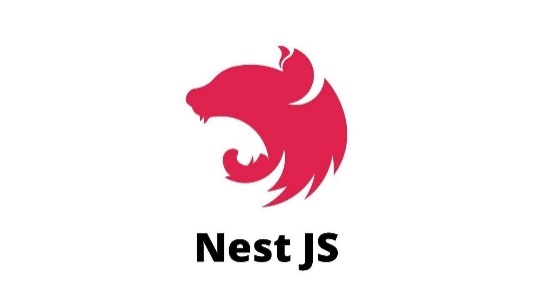
Rysunek 3.4: Logotyp języka programowania TypeScript.

Źródło: [42]

TypeScript (rysunek 3.4) jako obudowa języka programowania JavaScript jest wysokopoziomowym językiem zorientowanym obiektowo umożliwiającym również statyczne typowanie [4], [12]. Został on zaprojekowany przez korporację Microsoft w 2012 roku głównie w celu umożliwienia definiowania przez programistę typów zmiennych [13]. W praktyce oznacza to, że TypeScript rozszerza JavaScript o dodatkowe elementy ułatwiając tym samym tworzenie dużych projektów. Wprowadza on również szereg usprawnień z których część została wymieniona w rozdziale 3.1 oraz takich jak [47]:

* Interfejsy – umożliwiające tworzenie kontraktów między warstwami w aplikacji,
* Klasy wraz z dziedziczeniem – umożliwiające tym samym tworzenie hierarchii obiektów oraz ułatwiając dzielenie się funkcjami i właściwościami,
* Moduły – umożliwiające podział całej aplikacji na niezależne części, ułatwiając tym samym lepsze zarządzanie udostępnianą logiką z danego modułu,
* Typy generyczne – umożliwiające tworzenie uniwersalnych fragmentów kodu, które możliwe są do użycia w różnych miejscach programu.

## **Framework NestJs**



Rysunek 3.5: Logotyp frameworka NestJs.

Źródło: [43]

NestJS (rysunek 3.5) jest platformą programistyczną do budowy aplikacji serwerowych w środowisku uruchomieniowym Node.js [4], [14]. Umożliwia programistą programowanie w czystym języku programowania JavaScript, ale przede wszystkim przy użyciu języka programowania TypeScript [12], [4]. Łączy w sobie zasady programowanie obiektowego poprzez wspieranie klas oraz ich instancji, ale również programowania funkcyjnego poprzez możliwość definiowania metod bez konieczności tworzenia obiektów, jak i również umożliwia programowanie reaktywne poprzez wspieranie operacji asynchronicznych opartych o promise oraz funkcje zwrotne [15], [16]. Zbudowana została przy użyciu TypeScript na bazie wcześniej już wspomnianego Node.js oraz serwera HTTP Express [4], [14], [17]. Platforma zapewnia specyficzną architekturę projektu, wprowadzając skalowalne, luźno połączone, ale przede wszystkim wysoce testowalne moduły aplikacyjne poprzez zastosowanie mechanizmy wstrzykiwania zależności [18]. Zapewnia ona możliwość budowy różnych aplikacji, takich jak monolity, mikroserwisy jak i również aplikację CLI przy użycia API opartego na różnych protokołach, jak i również wsparcie GraphQL [19], [20]. Dzięki takiej architekturze pomimo zmieniającego się sposobu komunikacji między modułami zapewniony jest pewnego rodzaju kontrakt między modułami ułatwiający zrozumienie, jak i wejście w projekt nowemu programiście. Warto również zauważyć, że budowa tej platformy jest mocno inspirowana platformą programistyczną Angular poprzez zastosowanie modułów i wcześniej wspomnianego wstrzykiwania zależności [21], [18].

## **Framework React**

Obraz zawierający Grafika, krąg, sztuka, symbol

Opis wygenerowany automatycznie

Rysunek 3.6: Logotyp frameworka React.

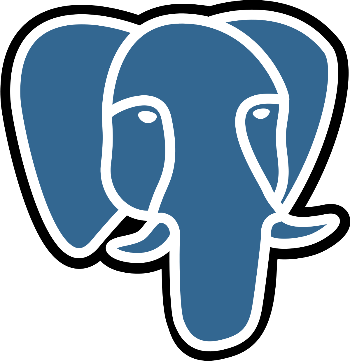
Źródło: [44]

React (rysunek 3.6) jest platformą programistyczną, a nawet bardziej biblioteką języka programowania JavaScript służącą do tworzenia interfejsów graficznych w środowisku uruchomieniowym Node.js [22], [12], [14]. Dysproporcja ta wynika z faktu, iż twór ten nie rozwiązuję problemów strukturalnych i architektonicznych, oferuje za to nowe podejście do tworzenia interfejsów oparte na budowie komponentowej. Nie narzuca on konkretnego stylu programowania dając pełną swobodę, jeżeli chodzi o sposób implementacji projektu. Fenomen tej platformy polega na tworzeniu wielu izolowanych komponentów, które same zarządzają własnym stanem, tworząc wspólnie jednolity i spójny interfejs graficzny. Pojedynczy komponent zbudowany jest z następujących elementów:

* Funkcji komponentu pełniącej reprezentacje komponentu,
* Funkcji stanów, które pozwalają przetrzymać pewien zdefiniowany, zmieniany stan w cyklu życia React,
* Funkcji ubocznej w która pozwala na wykonanie pewnych zdarzeń asynchronicznie poza komponentem na przykład podczas renderowania danego komponentu,
* Zwracanego elementu react, czyli fragmentu, który ma zostać wyrenderowany.

Taka budowa umożliwia pewien sposób izolowania logiki na mniejsze fragmenty pozwalając programiście na bycie zgodnym z jedną z głównych zasad SOLID – „single responsibility” [23]. Warto również zauważyć, że React udostępnia możliwość programowana opartego o klasy, jednak nowoczesne podejście opiera się głównie na funkcyjnym podejściu do komponentów.

## **Baza danych PostgreSQL**

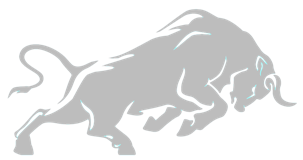


Rysunek 3.7: Logotyp bazy danych PosgreSQL.

Źródło: [45]

PostgreSQL (rysunek 3.7) jest system zarządzania bazą danych oferującą obiektowo-relacyjne podejście [24]. Oznacza to nie wiele więcej niż, połączenie cech relacyjnych baz danych z elementami programowania obiektowego. Takie podejście umożliwia elastyczne modelowanie skomplikowanych struktur danych poprzez możliwość korzystania z zapytań obiektowych ułatwiając tym samym operacje na samych obiektach, jak i relacjach między nimi. Sam system jest oprogramowaniem typu open source oferując swoim użytkownikom wieloplatformowość poprzez dostępność na wszystkich dystrybucjach systemów typu UNIX oraz Windows oraz skalowalność poprzez tabele o rozmiarach nawet do 32 TB [25]. Warto również zaznaczyć, że system ten udostępnia możliwość tworzenia zaawansowanych zapytań poprzez wsparcie dla proceduralnego SQL PL/pgSQL [26], [48].

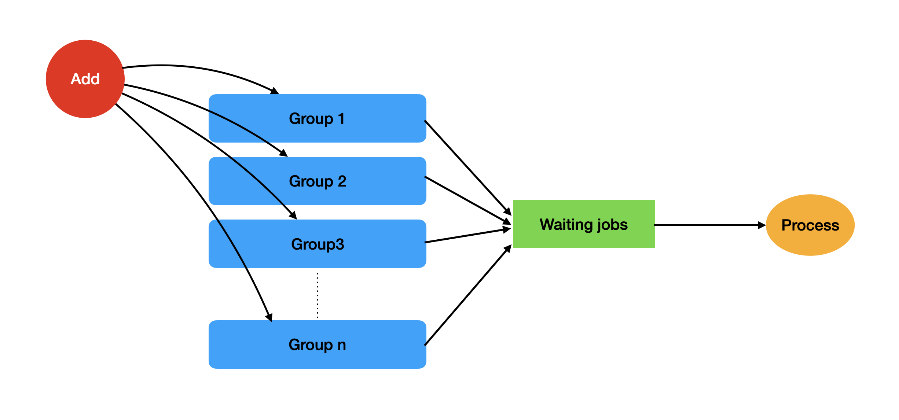
## **System kolejkowania BullMQ**



Rysunek 3.8: Logotyp systemu kolejkowania BullMQ.

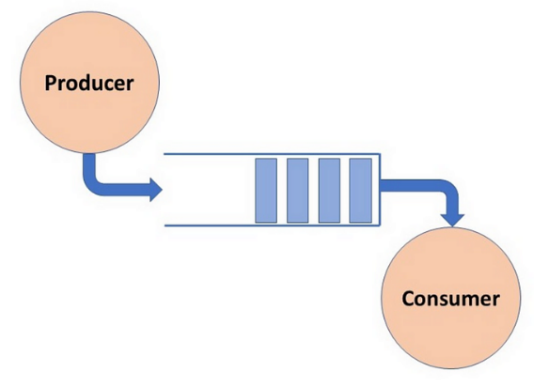
Źródło: [46]

BullMQ (rysunek 3.8) jest biblioteką do obsługi kolejkowania zadań zbudowaną na bazie Redis’a w celu wykorzystania jego przepustowości [27], [28]. Pozwala ona rozwiązać wiele problemów komunikacyjnych między poszczególnymi modułami lub mikroserwisami, odciążając tym samym sam serwer. W praktyce oznacza to, że biblioteka pozwala zakolejkować, czyli odłożyć na stos zadań do zrobienia pewną pracę bez konieczności czekania innego procesu na jej zakończenie. Idealnie sprawdza się w przypadku operacji zakolejkowania wysyłki maila, operacji na plikach lub dostępu do usług w której w jednym czasie może znajdować się tylko jedno zadanie przez ogromną konsumpcję zasobów przez ten proces takich jak generowanie obrazów przez sztuczną inteligencję. Budowa tego systemu przedstawiona na rysunku 3.9 jest dość prosta, a co za tym idzie przyjazna jeżeli chodzi o obsługę lub ewentualne poszukiwanie błędów. Proces czyli Producer dodaje zadanie do utworzonej kolejki lub grupy zadań, następnie zadanie czeka na wejście do Consumer'a rysunek 3.10, gdzie następuję wykonanie i zakończenie danego zadania [29]. Sama kolejka może być skonfigurowana na wiele sposobów LIFO, FIFO, ale przede wszystkim poprzez przyznanie priorytetu danym zadaniom [31], [30].



Rysunek 3.9: Schemat działania systemu kolejkowania BullMQ.

Źródło: [32]



Rysunek 3.10: Schemat wzorca Producer Consumer.

Źródło: [33]

## **Pakiet Mailer**

Pakiet Mailer jest modułem odpowiadającym i umożliwiającym łatwe wysyłania wiadomości typu e-mail z poziomu aplikacji webowej [34]. Wykorzystuje on protokół SMTP „Simple Mail Transfer Protocol” do komunikacji z serwerem poczty, którego działanie możemy zobaczyć na rysunku 6 [35]. Posiada on również pewnego rodzaju elastyczność będąc pakietem wysoce konfigurowalnym obsługując praktycznie wszystkich usługodawców oferujących serwery poczty poprzez konfigurację parametrów zabezpieczeń SSL oraz TLS [38], [37]. Warto również zauważyć, że wysyłanie e-mail jest operacją czasochłonną narażoną na wiele potencjalnych opóźnień przez co moduł zachowuję się w sposób asynchroniczny.

Obraz zawierający tekst, zrzut ekranu, diagram, design

Opis wygenerowany automatycznie

Rysunek 3.11: Schemat działania komunikacji z zastosowaniem protokołu SMTP.

Źródło: [36]

## **Pakiet JWT**

Pakiet JWT jest modułem realizującym funkcjonalności zgodne z realizacją standardu „Json Web Token”, czyli uwierzytelnieniem użytkownika [39]. Powyższa strategia polega na generowania tokenu dostępu zawierającego pewne dane na podstawie których system przyznaję dostęp do zasobów użytkownikowi. Struktura Json web tokena zbudowana jest z trzech części nagłówka, zawartości oraz podpisu. Nagłówek zazwyczaj zawiera informację o rodzaju tokena oraz użytego algorytmu, który posłużył do podpisania. Zawartość zawiera dane, które chcemy zakodować, a które mogą być potrzebne przy rozkodowywaniu tokena w celu identyfikacji kim jest dany użytkownik i czy jego rola jest wystarczająca, żeby uzyskać dostęp do danego zasobu. Podpis powstaje poprzez „podpisanie” nagłówka oraz zakodowanej zawartości poprzez użycie danego algorytmu z pewnym tajemnym ciągiem znaków, który możemy nazwać kluczem. Jego głównym zadaniem jest sprawdzenie, czy token nie został zmodyfikowany po drodze. Warto również zauważyć, że JWT umożliwia funkcjonalność ważności tokenu, czyli nadania mu określonego czasu kiedy token jest akceptowany przez system, a po którego upływie token uznawany jest za przeterminowany.

Działanie tego standardu można przedstawić diagramie sekwencji(rysunek 7):

* Użytkownik podaje poprawne dane login i hasło otrzymując tym samym token dostępu, który jest umieszczany w nagłówku zapytania do którego dostęp jest chroniony, a użytkownik otrzymuję dostęp do zasobu,
* Użytkownik podaje niepoprawny login i hasło, czego skutkiem jest nie przyznanie tokenu,
* Użytkownik posiada token, jednak jego termin ważności minął, czego skutkiem jest brak uzyskania dostępu do zasobu.

Obraz zawierający tekst, zrzut ekranu, paragon, diagram

Opis wygenerowany automatycznie

Rysunek 3.12: Diagram sekwencji dla możliwych scenariuszy strategii JWT.

Źródło: opracowanie własne

## **Pakiet Schedule**

Pakiet Schedule jest pakietem udostępniającym możliwość zaplanowania wykonywania się danego fragmentu kodu w określonym terminie o konkretnej godzinie w sposób cykliczny [40]. Można określić go jako linuksową adaptację pakietów Cron, ale w środowisku Node.js [41], [14]. Pakiet ten pozwala odciążyć użytkownika z pewnych powtarzalnych zadań w systemie takich jak czyszczenie przedawnionych kodów lub wysyłanie cyklicznych emalii. Programista za pomocą tej funkcjonalności może zaplanować wykonywanie się pewnych zadań „w tle” poza świadomością użytkownika. Jego główną zaletą jest to, że dane wydarzenie można zaplanować do wykonania o dowolnej porze, co pozwala na wykonanie kosztownych obliczeń lub przeglądu bazy danych w godzinach kiedy na przykład najmniej użytkowników korzysta z danego systemu.

# **Cykl projektowy aplikacji webowej BoardFlow**

## **Sylwetka klienta i jego wymagania**

W celu lepszego zrozumienia klienta, analizę wymagań należy rozpocząć od określenia sylwetki klienta. Docelowym klientem aplikacji webowej BoardFlow jest przedsiębiorca chcący zautomatyzować dotychczasowy cykl wytwarzania danego zamówienia na grę planszową od złożenia zamówienia po zaprojektowanie schematu gry planszowej aż po jego realizację.

Obecnie przedsiębiorca realizuję ten proces według diagramu czynności przedstawionego na rysunku 4.1. Analizując diagram czynności można zauważyć bardzo niepokojącą rzecz, iż cała odpowiedzialność realizacji projektu spoczywa na przedsiębiorcy i jego dostępności. Problemy pojawiają się już przy próbie złożenia zamówienia, gdyż zysk potencjalnego klienta już od początku zależy od odebrania telefonu. Samo odebranie telefonu nie świadczy już o pewnym potencjalnym zysku, klient jest informowany o cenie dopiero przez przedsiębiorcę na którą to cenę może nie przystać. Jednak w sytuacji akceptacji warunków koniecznych do realizacji zamówienia przedsiębiorca może przejść do przyjęcia zamówienia zapisując tym samym szczegóły i uwagi klienta, co może zająć sporo czasu. Jednakowoż najbardziej czasochłonną czynnością podczas realizacji całego projektu jest ciągła kontrola, czy w procesie realizacji znajdują się wszystkie elementy projektu, co w przypadku skomplikowanych projektów zawierających dziesiątki elementów jest wymagającą czynnością. Po skompletowaniu zamówienia klient odbiera finalny produkt. Należy jednak zaznaczyć, że proces realizacji gry planszowej jest czasochłonny i może zająć nawet do kilku tygodni, a klient w między czasie może chcieć wprowadzać modyfikację lub dopytywać o postępy co również jest dodatkowym rozpraszaczem.

W opozycji do przeprowadzonej analizy przedsiębiorca prowadzący swoją działalność za pomocą aplikacji webowej BoardFlow realizuję zupełnie inny cykl wytwarzania zamówienia przedstawiony na diagramie czynności zamieszczonym na rysunku 4.2. Analizując wymieniony diagram czynności już na wstępnie możemy zauważyć, że część odpowiedzialności spoczywających na przedsiębiorcy została przeniesiona na system informatyczny, co za tym idzie cały cykl realizacji zamówienia jest w mniejszym stopniu na porażkę przez współczynnik ludzki. Klient składając zamówienie już od samego początku jest świadomy szczegółów zamawianej gry, jej ceny oraz ewentualnych modyfikacji, których chciałby dokonać, oszczędza to tym samym czas przedsiębiorcy na przyjęcie zamówienia do jedynie jego potwierdzenia i przyjęcia zaliczki od klienta. System następnie składuję złożone zamówienie, które nad którym prace mogą rozpocząć się w dowolnej chwili. Przedsiębiorca realizując kolejne elementy zna ich dokładne właściwości, jak wymiary kolor jak i ewentualne opisy lub notatki. System cały czas kontroluję status danych elementów, które traktuję jako zadania do wykonania. W systemie istnieją statusy pojedynczych zadań jak i ich priorytety pozwalające osobie realizującej projekt lepiej rozplanować pracę na przykład wykonując element pudełka przed wykonaniem elementu jego zawartości. Osoba realizująca zamówienie może cały czas aktualizować status całego zamówienia w celu informowania klienta o poczynionych pracach, dodatkowo system sam nanosi znacznik czasu ostatniej aktualizacji w przypadku wykrycia zmian na danym projekcie, dzięki czemu klient może w pewnym sensie również po tym wywnioskować jak postępują pracę. Po zrealizowaniu całego projektu i jego skomplementowaniu na przedsiębiorcy spoczywa jedynie obowiązek poinformowania klienta, że dane zamówienie jest już gotowe do odebrania, zaznaczenie tego faktu w systemie i przyjęcie zapłaty. Sam system również udostępnia możliwość realizacji danego zamówienia przez wielu pracowników naraz, jak i przepisywania realizacji danego zamówienia na innego pracownika w przypadku oddania zamówienia. Takie rozwiązania pozwalają dzielić się pracą i tym samym realizować kolejne zadania skuteczniej. System jednak nie odcina się całkowicie od starej drogi składania zamówień dalej umożliwia realizacja projektu bez zamówienia ze zgłoszenia telefonicznego lub czysto hobbystycznego powodu jak projekt do portfolio.

Na podstawię przeprowadzonych powyżej analiz, jak i przeglądu istniejących już aplikacji w rozdziale 2 można wysnuć jednoznaczne wnioski, że docelowe rozwiązanie powinno wspierać funkcjonalności z zakresu zamawiania, projektowania i wspomagania wytwarzania projektów. Oznacza to, że kluczowymi wymaganiami dla klienta będzie dokładne informowanie użytkownika o oferowanych usługach, wspieranie klienta na poziomie składania zamówienia oraz ciągłe wspomaganie wykonawcy w organizacji wykonywanych zadań

Obraz zawierający tekst, zrzut ekranu, dokument, diagram

Opis wygenerowany automatycznie

Rysunek 4.1: Diagram czynności dla przedsiębiorcy nie korzystającego z systemów informatycznych.

Źródło: opracowanie własne

Obraz zawierający tekst, diagram, paragon, Równolegle

Opis wygenerowany automatycznie

Rysunek 4.2: Diagram czynności dla przedsiębiorcy korzystającego z systemów informatycznych.

Źródło: opracowanie własne

## **Wymagania funkcjonalne**

Wymagania funkcjonalne to specyficzne funkcję, zachowania oraz usługi, które tworzony system powinien obsługiwać. Definiują one pewne założenia, które powinny zostać spełnione jako reakcja na pewne czynności lub zdarzenia. Określenie wymagań funkcjonalnych pomaga twórcą systemów spełnić oczekiwania, które dane rozwiązanie ma spełniać.

W przypadku aplikacji webowej BoardFlow wymagania funkcjonalne wraz z opisem również zostały zdefiniowane w tym samym celu:

**Wyświetlanie i możliwość przechowania dokładnych informacji o danej grze planszowej**

System powinien zapewnić możliwość dokładnego opisania danej gry, jej ceny jak i zdefiniowania każdego pojedynczego elementu w zadanej ilości egzemplarzy wraz ze zdjęciem każdego elementu. Pozwoli to stworzyć jednolite i spójne miejsce do przechowywania wyżej wymienionych informacji z którego będzie mógł korzystać klient w celu pozyskania informacji o potencjalnym produkcie, jak i przedsiębiorca tworząc projekt dla zadanej z góry liczby elementów.

**Tworzenie, modyfikacja i przechowywanie wielu szablonów dla jednej gry**

System przechowując wiele szablonów dla jednej gry będzie w stanie zwiększyć ich reużywalność. Przełoży się to tym samym na to, że raz utworzony specyficzny zmodyfikowany szablon dla danej gry będzie mógł być użyty w przyszłości do innej gry lub powtórzonych takich samych wymagań klienta.

**Wprowadzanie nowych i modyfikacja istniejących gier planszowych**

System powinien umożliwiać ciągłe dodawanie nowych gier w ciągłego rozszerzania oferty danego przedsiębiorstwa. Modyfikacja dodanych elementów również jest kluczowa w przypadku pomyłki lub potrzeby modyfikacji danej gry o dodatkowe elementy.

**Tworzenie nowych kategorii**

Tworzenie nowych kategorii może okazać się kluczowe w przypadku poszukiwania przez klienta gry z zadanej tematyki, ale bez konkretnego tytułu. Dobre przyporządkowanie kategorii może pomóc w tym procesie.

**Priorytetyzacja i kategoryzacja elementów gry jako zadania**

Elementy w systemie będą traktowane jako pojedyncze zadania do wykonania. Pozwoli to tym samym na lepszą organizację pracy poprzez utworzenie bardziej priorytetowych elementów na początku pracy z danym projektem. Z kolei kategoryzacja elementów pozwoli sprecyzować na jakim etapie produkcji jest zadany element. Pozwoli to tym samym na lepszą kontrolę w jakim stanie znajduję się nasz wytwarzany projekt.

**Składanie zamówień poprzez stronę**

Aplikacja powinna oferować możliwość złożenia zamówienia na daną grę wraz z podaniem kluczowych informacji potrzebnych do kontaktu z potencjalnym zalogowanym klientem. Dodatkowym atutem będzie również pole komentarzy i ewentualnych modyfikacji, które pozwolą dostosować grę pod konkretne wymagania. Tylko zalogowany użytkownik powinien móc złożyć zamówienie.

**Wyświetlanie informacji na stronie**

Strona internetowa systemu powinna być miejscem, które będzie zachęcać potencjalnych klientów do zakupu oferowanych produktów. Zawarcie różnego typu bestsellerów danego miesiąca, nowych hitów lub chociażby opisu i misji, która kryję się za zasłonami prowadzenia danej działalności może skłonić klienta do skorzystanie z usług. Dodatkowym atutem będzie możliwość dynamicznej modyfikacji tych informacji z poziomu administratora.

**Panel administratora i pracownika**

System powinien obsługiwać trzy poziomy dostępu klient, administrator oraz pracownik. Klient ma możliwość przeglądania gier, złożonych zamówień oraz jawnym informacji na stronie. Pracownik obsługiwać wprowadzanie nowych produktów do systemu, tworzyć nowe projekty gier, zarządzać użytkownikami. Administrator rozszerzać uprawnienia pracownika o zarządzanie również pracownikami i generalnymi informacji o stronie.

**Logowanie użytkownika**

Funkcjonalność logowania zapewnia użytkownikowi weryfikację jego tożsamości i dostęp do autoryzowanych zasobów zależnych od roli użytkownikami.

**Rejestracja użytkownika**

Aplikacja powinna zapewniać możliwość utworzenia nowego konta, które w momencie zatwierdzenia będzie posiadać role zwykłego klienta.

**Weryfikacja konta za pomocą adresu email**

W celu ograniczenia ilości fałszywych kont przed możliwością zalogowania do systemu użytkownik musi zweryfikować swoje konto poprzez aktywowanie swojego konta kodem, który otrzyma na adres email utworzonego konta. Dopiero po aktywacji konta powinien móc się zalogować i korzystać z usług serwisu.

**Dodawanie właściwości określających elementy gry**

System powinien umożliwiać dodanie dla zadanego elementu różnego typu opisów, notatek, kolorów oraz wymiarów. Obowiązkowym elementem również są zdjęcia danego elementu, które ułatwiają jego wierne odzwierciedlenie.

**Zmiana języka na stronie głównej**

Strona główna chociaż w pewnej mierzę powinna udostępniać możliwość wyboru języka w której możemy ją obsługiwać. Umożliwia to osobą, które nie są wielojęzykowe również z niej korzystanie.

## **Wymagania niefunkcjonalne**

Wymagania niefunkcjonalne to specyficzne cechy danego systemu, którego jednak nie są powiązane z jego funkcjonalnościami, jednak wpływają na jego odbiór, użyteczność lub też wydajność.

W przypadku aplikacji webowej BoardFlow wymagania niefunkcjonalne wraz z opisem również zostały zdefiniowane:

**Architektura modularnego monolitu**

Aplikacja została zbudowana na wzór architektury modularnej wydzielającym tym samym luźno powiązane modułu, które nie są ze sobą ściśle powiązane. Taka budowa umożliwia podział logiki na osobne komponenty, które dotyczą tylko zadanego fragmentu ułatwiając tym samym łatwą edycję lub też wymianę danej logiki na inną, więcej w rozdziale 4.4.

**Łatwość użycia, intuicyjny interfejs**

Z perspektywy klienta jak najszybsze uzyskanie informacji o produkcie, a następnie złożenie na nie zamówienia są czynnikami które często przeważają w skorzystaniu z usług danego przedsiębiorstwa lub też nie.

**Bezpieczeństwo**

Aplikacja powinna zapewniać bezpieczeństwo danych użytkowników oraz zarządzać dostępem do nich, weryfikując dostęp do różnych funkcji systemu.

## **Architektura aplikacji**

Aplikacja BoardFlow jako cały system posiada architekturę trójwarstwową lub inaczej mówiąc klient-serwer. Oznacza to, że system zbudowany jest z warstwy prezentacji, warstwy logiki biznesowej oraz warstwy danych rysunek 4.3.

* Warstwa prezentacji (frontend) zawiera elementy interfejsu użytkownika, tym samym odpowiadając za interakcję z nim,
* Warstwa logiki biznesowej (backend) zawiera serwer aplikacji obsługujący żądania klienta przetwarzając tym samym dane. Odpowiada za szeroko pojęte zachowanie, logikę w udostępnianych oraz modyfikowanych danych,
* Warstwa danych (database) zawiera przechowywane dane oraz poprzez różne mechanizmy bazo-danowe zarządza nimi.

Obraz zawierający tekst, zrzut ekranu, Czcionka, numer

Opis wygenerowany automatycznie

Rysunek 4.3: Diagram komponentów dla architektury trójwarstwowej.

Źródło: opracowanie własne

**Warstwa prezentacji**

Warstwa prezentacji aplikacji BoardFlow

**Warstwa logiki biznesowej**

Warstwa logiki biznesowej aplikacji BoardFlow została zbudowana według architektury modularnego monolitu. Oznacza to, że projekt jest pojedynczym serwisem z wewnętrznym podziałem na pojedyncze niezależne moduły, których logika jest odseparowana. Zastosowanie takiego podejścia pozwala wyodrębniać pełnione role do poszczególnych modułów na zasadzie jeden moduł, jedna pełniona odpowiedzialność. Każdy moduł aplikacji ma swoją własną logikę biznesową, która modyfikuję stan aplikacji, tym samym zapewniając obsługę danego typu zdarzeń w obrębie jednego modułu. Podejście to pozwala na dość szybkie i łatwe dodawanie nowych modułów oraz podmiankę tych już używanych przez ustanowione interfejsy, które są udostępniane przez poszczególne moduły. Architektura modularnego monolitu jest krokiem wprzód względem klasycznego monolitu, w którym to cała aplikacja jest traktowana jako jeden moduł. Warto również zauważyć, że modularny monolit w pewnym sensie jest inspirowany architekturą mikroserwisów. Każdy serwis, moduł ma swoją pojedynczą odpowiedzialność będąc niezależnym od pozostałych, a jedynie wymieniając informację w razie potrzeby w obrębie części składowych.

**Warstwa danych**

Warstwa danych aplikacji BoardFlow

Finalnie podsumowywując wszystkie przeanalizowane warstwy całej aplikacji można zbudować diagram pakietów przedstawiający wizualizujący rozmieszczenie i organizację elementów w systemie rysunku 4.x.

Obraz zawierający tekst, diagram, mapa

Opis wygenerowany automatycznie

Rysunek 4.4: Diagram pakietów dla rozmieszczenia elementów dla całego systemu.

Źródło: opracowanie własne

## **Implementacja – punkty kluczowe**

## **Testy**

## **Instalacje i konserwacja**

# **Podręcznik użytkowania aplikacji webowej BoardFlow**

## **Wprowadzenie do panelu klienta**

## **Wprowadzenie do panelu pracownika**

# **Podsumowanie**

## **Wnioski**

## **Perspektywy dalszego rozwoju tematyki**

# **Spis rysunków**

[Rysunek 2.1: Logotyp systemu StoryboardThat. 6](#_Toc151395260)

[Rysunek 2.2: Zdjęcie ekranu z aplikacji webowej StoryboardThat. 7](#_Toc151395261)

[Rysunek 2.3: Logotyp systemu TableTopia. 7](#_Toc151395262)

[Rysunek 2.4: Zdjęcie ekranu z aplikacji webowej TableTopia. 8](#_Toc151395263)

[Rysunek 2.5: Zdjęcie z aplikacji webowej TableTopia prezentujące tworzenie nowego obiektu. 8](#_Toc151395264)

[Rysunek 2.6: Logotyp systemu Olx. 9](#_Toc151395265)

[Rysunek 2.7: Zdjęcie ekranu z aplikacji webowej Olx. 9](#_Toc151395266)

[Rysunek 3.1: Wykres wartości rynkowej i prognozowanej w handlu internetowym na świecie według portalu ecommerce guide. 11](#_Toc151395267)

[Rysunek 3.2: Wykres reprezentujący rozkład użycia języków programowania w ciągu ostatnich 12 miesięcy. 12](#_Toc151395268)

[Rysunek 3.3: Wykres reprezentujący ilość pobrań języka programowania TypeScript. 12](#_Toc151395269)

[Rysunek 3.4: Logotyp języka programowania TypeScript. 13](#_Toc151395270)

[Rysunek 3.5: Logotyp frameworka NestJs. 13](#_Toc151395271)

[Rysunek 3.6: Logotyp frameworka React. 14](#_Toc151395272)

[Rysunek 3.7: Logotyp bazy danych PosgreSQL. 15](#_Toc151395273)

[Rysunek 3.8: Logotyp systemu kolejkowania BullMQ. 16](#_Toc151395274)

[Rysunek 3.9: Schemat działania systemu kolejkowania BullMQ. 16](#_Toc151395275)

[Rysunek 3.10: Schemat wzorca Producer Consumer. 17](#_Toc151395276)

[Rysunek 3.11: Schemat działania komunikacji z zastosowaniem protokołu SMTP. 17](#_Toc151395277)

[Rysunek 3.12: Diagram sekwencji dla możliwych scenariuszy strategii JWT. 18](#_Toc151395278)

# **Spis tabel**

[Tabela 2.1: Porównanie funkcjonalności oferowanych przez obecnie dostępne rozwiązania na rynku 10](#_Toc151395435)

# **Bibliografia**

[1] E-Commerce, [online], [dostęp 05.11.2023] https://www.techtarget.com/searchcio/definition/e-commerce

[2] Nest.js: A Progressive Node.js Framework, [online], [dostęp 06.11.2023] https://docs.nestjs.com/

[3] Dav Vanderkam, TypeScript: Skuteczne programowanie, APN Promise, 2020, ISBN 978-83-754-1420-2

[4] TypeScript, [online], [dostęp 06.11.2023] https://www.typescriptlang.org/

[5] Ian Sommerville, Software Engineering Ninth Edition, Pearson, 2011, ISBN 978-0-13-703515-

[6] Watterfall, [online], [dostęp 05.11.2023] https://www.techtarget.com/searchsoftwarequality/definition/waterfall-model

[7] Wykres wartości rynkowej i prognozowanej w handlu internetowym na świecie, [online], [dostęp 07.11.2023] https://ecommerceguide.com/ecommerce-statistics/

[8] Wykres reprezentujący rozkład użycia języków programowania w ciągu ostatnich 12 miesięcy, [online], [dostęp 07.11.2023] https://www.jetbrains.com/lp/devecosystem-2022/

[9] Wykres reprezentujący ilość pobrań języka programowania TypeScript, [online], [dostęp 07.11.2023] https://npmtrends.com/typescript

[10] TypeScript decorators, [online], [dostęp 07.11.2023] https://www.typescriptlang.org/docs/handbook/decorators.html

[11] Encapsulation, [online], [dostęp 07.11.2023] https://www.sumologic.com/glossary/encapsulation/

[12] JavaScript, [online], [dostęp 08.11.2023] https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript

[13] Microsoft, [online], [dostęp 08.11.2023] https://www.microsoft.com/pl-pl

[14] Node.js, [online], [dostęp 09.11.2023] https://nodejs.org/en

[15] Promise, [online], [dostęp 09.11.2023] https://docs.nestjs.com/fundamentals/async-providers

[16] Callback, [online], [dostęp 09.11.2023] https://docs.nestjs.com/techniques/events

[17] Express, [online], [dostęp 09.11.2023] https://expressjs.com/

[18] Dependency Injection, [online], [dostęp 09.11.2023] https://docs.nestjs.com/fundamentals/custom-providers

[19] CLI, [online], [dostęp 09.11.2023] https://www.w3schools.com/whatis/whatis\_cli.asp

[20] GraphQL, [online], [dostęp 09.11.2023] https://graphql.org/

[21] Angular, [online], [dostęp 09.11.2023] https://angular.io/

[22] React, [online], [dostęp 10.11.2023] https://react.dev/

[23] SOLID, [online], [dostęp 10.11.2023] https://www.bmc.com/blogs/solid-design-principles/

[24] PostgreSQL, [online], [dostęp 10.11.2023] https://www.postgresql.org/

[25] Open source, [online], [dostęp 10.11.2023] https://opensource.org/licenses/

[26] PL/pgSQL, [online], [dostęp 10.11.2023] https://www.postgresql.org/docs/current/plpgsql.html

[27] BullMQ, [online], [dostęp 10.11.2023] https://docs.bullmq.io/

[28] Redis, [online], [dostęp 10.11.2023] https://redis.io/

[29] Kolejki, [online], [dostęp 10.11.2023] https://docs.nestjs.com/techniques/queues

[30] FIFO, [online], [dostęp 10.11.2023] https://www.investopedia.com/terms/f/fifo.asp

[31] LIFO, [online], [dostęp 10.11.2023] https://www.investopedia.com/terms/l/lifo.asp

[32] Schemat działania systemu kolejkowania BullMQ, [online], [dostęp 10.11.2023] https://docs.bullmq.io/bullmq-pro/groups

[33] Producer, Consumer wzorzec, [online], [dostęp 10.11.2023] https://medium.com/@karthik.jeyapal/system-design-patterns-producer-consumer-pattern-45edcb16d544

[34] Pakiet Mailer, [online], [dostęp 10.11.2023] https://nest-modules.github.io/mailer/docs/mailer.html

[35] SMTP, [online], [dostęp 10.11.2023] https://sendgrid.com/blog/what-is-an-smtp-server/

[36] Schemat komunikacji z zastosowaniem SMTP, [online], [dostęp 10.11.2023] https://www.educba.com/smtp-protocol/

[37] SSL, [online], [dostęp 10.11.2023] https://www.cloudflare.com/learning/ssl/what-is-ssl/

[38] TLS, [online], [dostęp 10.11.2023] https://www.cloudflare.com/learning/ssl/transport-layer-security-tls/

[39] JWT, [online], [dostęp 10.11.2023] https://docs.nestjs.com/security/authentication

[40] Pakiet Schedule, [online], [dostęp 12.11.2023] https://docs.nestjs.com/techniques/task-scheduling

[41] Cron, [online], [dostęp 12.11.2023] https://docs.oracle.com/cd/E12058\_01/doc/doc.1014/e12030/cron\_expressions.htm

[42] Logotyp języka programowania TypeScript, [online], [dostęp 15.11.2023] https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/4/4c/Typescript\_logo\_2020.svg/1200px-Typescript\_logo\_2020.svg.png

[43] Logotyp frameworka NestJs, [online], [dostęp 15.11.2023] https://miro.medium.com/v2/resize:fit:1358/1\*s9kgU8F1eB7Tzs7sG0YhBg.jpeg

[44] Logotyp frameworka React, [online], [dostęp 15.11.2023] https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/a/a7/React-icon.svg/1150px-React-icon.svg.png

[45] Logotyp bazy danych PostgreSQL, [online], [dostęp 15.11.2023] https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/2/29/Postgresql\_elephant.svg/1200px-Postgresql\_elephant.svg.png

[46] Logotyp systemu kolejkowania BullMQ, [online], [dostęp 15.11.2023] https://876297641-files.gitbook.io/~/files/v0/b/gitbook-x-prod.appspot.com/o/spaces%2F-LUuDmt\_xXMfG66Rn1GA%2Ficon%2FHOq80FSJicAlE4bVptC9%2Fbull.png?alt=media&token=10a2ba71-db1f-4d5c-8787-3dbedc8dd3ce

[47] Zalety języka TypeScript, [online], [dostęp 15.11.2023] https://www.droptica.pl/blog/co-jest-typescript-i-dlaczego-sprawdzi-sie-w-twoich-projektach/

[48] Opis bazy danych PostgreSQL, [online], [dostęp 15.11.2023] https://vavatech.pl/technologie/bazy-danych/postgresql

[49] Logotyp systemu StoryboardThat, [online], [dostęp 15.11.2023] https://www.storyboardthat.com/create/game-posters#

[50] Logotyp systemu TableTopia, [online], [dostęp 15.11.2023] https://tabletopia.com/

[51] Logotyp systemu Olx, [online], [dostęp 15.11.2023] https://play-lh.googleusercontent.com/IZbR5N9NRi4JZmiBkGsp7pUQikm8cQMZtnC2RN1e7xhU3u3-cObSYUSquVoqgeuRQw

[52] Trello, [online], [dostęp 15.11.2023] https://trello.com/pl/tour

[53] Zdjęcie ekranu z aplikacji webowej StoryBoardThat, [online], [dostęp 15.11.2023] https://www.storyboardthat.com/storyboards/poster-templates/game-poster-2/copy

[54] Zdjęcie ekranu z aplikacji webowej TableTopia, [online], [dostęp 19.11.2023] https://tabletopia.com/workshop/objects/featured

[55] Zdjęcie ekranu z aplikacji webowej Olx, [online], [dostęp 19.11.2023] https://www.olx.pl/elektronika/komputery/