

W A R S Z A W S K A
WYŻSZA SZKOŁA INFORMATYKI

PRACA DYPLOMOWA
STUDIA PIERWSZEGO STOPNIA

Katarzyna Goźlińska

Numer albumu 8312

**Projekt i częściowa implementacja informatycznego systemu
obsługi linii lotniczej**

Promotor:

Mgr inż. Rosiek Zbigniew

Praca spełnia wymagania stawiane pracom dyplomowym na studiach pierwszego stopnia.

W A R S Z A W A 2020

Spis treści

1.	WSTĘP	4
1.1	Cel pracy	5
1.2.	Zakres pracy	5
2.	Przedstawienie i analiza istniejących rozwiązań	7
2.1.	Amadeus Altea Reservation Desktop Web	7
2.2.	SabreSonic CSS	9
2.3.	Merlot Aero.....	11
2.4.	Podsumowanie oraz wnioski	13
3.	Określenie wymagań systemu	16
3.1.	Wymagania funkcjonalne	16
3.1.1.	Aktorzy	17
3.1.2.	Opis funkcji systemu	17
3.1.3.	Diagram hierarchii funkcji	21
3.1.4.	Diagram przypadków użycia	22
3.1.5.	Diagram związków encji	24
3.2.	Wymagania pozafunkcjonalne.....	25
4.	Projekt systemu	29
4.1.	Architektura systemu	29
4.2.	Logika systemu	29
4.3.	Baza danych.....	29
4.4.	Projekt interfejsów użytkownika	29
5.	Implementacja systemu	30
5.1.	Implementacja bazy danych.....	30
5.2.	Implementacja logiki systemu	30
5.3.	Implementacja interfejsu użytkownika	30
5.4.	Przebieg implementacji.....	30
6.	Testy systemu	31
6.1.	Testy jednostkowe	31
6.2.	Testy bezpieczeństwa	31
6.3.	Testy zgodności	31
7.	Podsumowanie.....	32
	WYKAZ LITERATURY	33
	Źródła literackie.....	33
	Źródła pozaliterackie	33
	Spis ilustracji	34
	Spis tabel	35

WYKAZ UŻYTYCH W TEKŚCIE SKRÓTÓW

Lp.	Skrót	Opis
1	ULC	Urząd lotniska cywilnego
2	MVC	Z ang. Model-View-Controller. Wzorzec architektoniczny.

Tabela 1. Wykaz użytych w tekście skrótów.

1. WSTĘP

Lotnictwo jest jednym z tych rynków, które w Polsce z roku na rok rozwijają się coraz bardziej i cieszą się sporą popularnością. Taki wniosek można wysnuć patrząc na ilość pasażerów obsługiwanych przez polskie lotniska według statystyk ULC. W roku 2019 polskie lotniska obsługiwały prawie 49 milionów pasażerów – jest to wzrost o 7,1% w porównaniu z poprzednim rokiem. [1p, s. 1]. Wzrost popularności tanich przewoźników zdecydowanie zachęca polskich podróżujących do wylotów. Tacy przewoźnicy cieszą się bowiem dużą popularnością. W 2019 roku Ryanair oraz Wizz Air obsługiwały razem prawie połowę podróżujących korzystających z polskich lotnisk. [2p, s.1].

Pomimo tego, iż w Polsce a także i na całym świecie rynek lotnictwa rozrasta się nieustannie, raporty wskazują na to, że cyfryzacja w dalszym ciągu dopiero raczkuje w większości linii lotniczych. Według ankiety wykonanej przez PROS, mimo iż wiele firm rozpoczęło proces cyfryzacji, jedynie 8% zajmowało się tym przez ponad trzy lata. [3p, s.1] Duże linie lotnicze, które były w stanie przeznaczyć duże fundusze na rozwój cyfryzacji mogą zbierać już żniwo swoich starań. Badania wskazują na wiele pozytywnych efektów takich działań. Są to między innymi lepsze doświadczenia klienta, a co za tym idzie wzrost przychodów nawet o 15% u linii lotniczych, które personalizowały swoje oferty. [4p, s.1] Dodatkowo zauważyć można, że ucyfrowienie w sektorze zarządzania mogło by doprowadzić do wzrostu produktywności i poprawie efektywności poprzez zautomatyzowanie wielu procesów. [5p, s.40]

Co jakiś czas lotnictwo musi się zmierzyć z metaforycznym czarnym łabędziem - nieprzewidywalnym zdarzeniem o olbrzymim wpływie na rzeczywistość. Począwszy od I wojny w Zatoce Perskiej, ataku terrorystycznego z 11 września 2001 r. aż po kryzys finansowy lat 2007-2009 i wybuch wulkanu Eyjafjallajökull, który kompletnie sparaliżował lotnictwo w Europie, w roku 2020 rynek został zmuszony do walki ze skutkami epidemii koronawirusa, która wyrządziła szkody na niespotykaną dotychczas skalę. Poprzednio to właśnie atak terrorystyczny z 11 września był największym wydarzeniem zatrzymującym lotnictwo – minęło 6 lat zanim rynek odzyskał swoją sprawność, skutkiem czego nastąpiły nieodwracalne zmiany w sposobie przeprowadzania lotów i kwestiach bezpieczeństwa. [1, s. 39] W obecnym momencie wiadomo już, że koronawirus odbił się na liniach lotniczych o wiele mocniej, zmuszając je do zmniejszenia wydajności do zaledwie 10% i permanentnego uziemienia części samolotów. [1, s. 40] Pomimo tego, lotnictwo jest jednym z przemysłów, który raz za

razem udowadniał, że potrafi się podnieść nawet z największych kryzysów. Obecne założenia są dość pozytywne i zakładają powrót do normalnego funkcjonowania najwcześniej do 2023 r. [1, s. 43].

Poprzez obserwację środowiska lotniczego i potencjału jego cyfryzacji, powstał pomysł utworzenia systemu obsługi linii lotniczej, który mógłby pomóc w zarządzaniu i obsługiwaniu linii lotniczej.

1.1 Cel pracy

Celem niniejszej pracy jest przeprowadzenie analizy istniejących rozwiązań na rynku, wraz z zaprojektowaniem, implementacją oraz przetestowaniem aplikacji internetowej, która ułatwi zarządzanie zasobami małej linii lotniczej. Aplikacja zostanie stworzona w oparciu o technologię Microsoft .NET Core 3.1 z wykorzystaniem wzorca MVC. Do przechowywania danych zostanie użyta relacyjna baza danych MSSQL. Aby umilić patrzenie na interfejs graficzny, zastosuję framework Angular oraz TypeScript.

Podstawowymi wymaganiami funkcjonalnymi systemu będą: umożliwienie pasażerom łatwego przeglądania dostępnych lotów i zarezerwowania biletów, tworzenie i śledzenie lotów przez dyspozytorów, zarządzanie załogami a także umożliwienie załogom sprawdzenie swojego grafiku lotów.

Korzyści spodziewane z wdrożenia systemu obsługi linii lotniczej:

- Usystematyzowanie prowadzonych przelotów.
- Redukcja czasu, potrzebnego do zarezerwowania biletu.
- Możliwość śledzenia statusu zamówienia w czasie rzeczywistym.
- Automatyzacja rozliczania godzin
- Archiwizacja danych

1.2. Zakres pracy

Praca swoim zakresem obejmuje:

- Przedstawienie i analizę istniejących rozwiązań.
- Określenie wymagań funkcjonalnych i нефункциональных systemu.
- Określenie architektury systemu, opracowanie projektu logiki (diagramy i opis klas, obiektów i ich powiązań), projektu bazy danych oraz projektu interfejsu użytkownika.

- Implementację bazy danych, logiki oraz interfejsów użytkownika wybranych funkcji zdefiniowanego w projekcie oprogramowania.
- Testowanie aplikacji poprzez przygotowanie i przeprowadzenie testów jednostkowych, bezpieczeństwa oraz zgodności.
- Podsumowanie oraz wnioski.

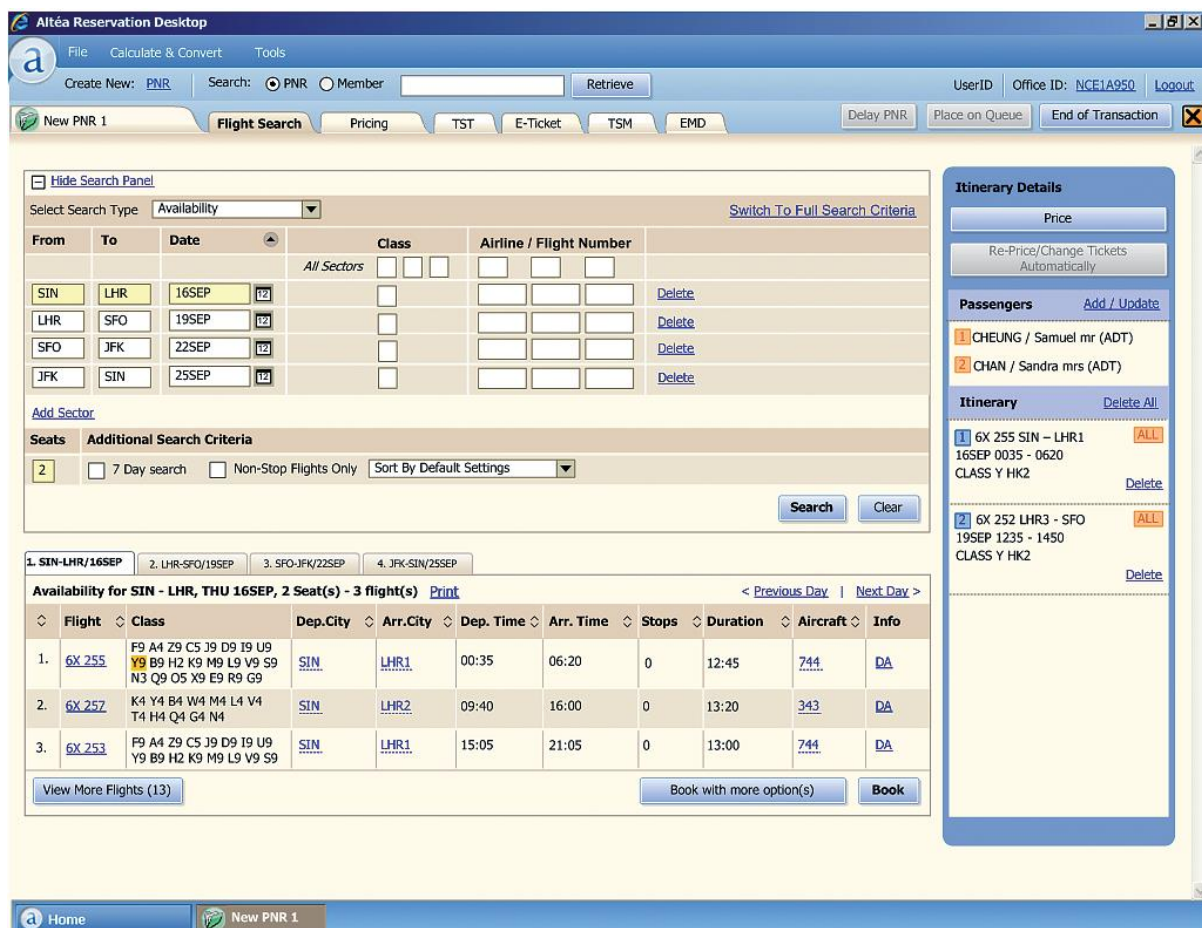
2. Przedstawienie i analiza istniejących rozwiązań

Jednym z etapów w procesie określania wymagań dla tworzenia nowych produktów informatycznych jest przegląd oraz zapoznanie się z istniejącymi już na rynku rozwiązaniami w celu ich możliwego rozszerzenia, bądź dostosowania do naszych potrzeb. [2, str. 57]

W rozdziale tym zostaną przedstawione trzy wybrane systemy, których cechy zostaną opisane wraz z dokonaniem analizy wad i zalet tych aplikacji. Na koniec podane zostaną wnioski oraz porównanie wszystkich rozwiązań.

2.1. Amadeus Altea Reservation Desktop Web

System Altea Reservation Desktop Web to aplikacja zaprojektowana przez firmę Amadeus IT Group. Jest to płatna aplikacja bazująca na subskrypcji, która umożliwia agentom tworzenie oraz zarządzanie lotami, a co za tym idzie ustalaniem cen biletów, co również może zostać zrobione automatycznie przez aplikację. Jedną z możliwości jest podgląd listy wszystkich lotów, listy pasażerów oraz dokumenty związane z płatnościami. Koszty są indywidualnie dostosowywane do danej firmy jednak najczęściej jest to opłata za każdą rezerwację obsługiwaną przez firmę Amadeus – około 4.30 euro za jedną transakcję. [6p, s.1]



Rysunek 1. Zrzut ekranu pokazujący stronę wyszukiwania rezerwacji systemu Altea Reservation

System cechuje prosty, przejrzysty interfejs o delikatnych kolorach. Skróty do podstawowych funkcji znajdują się w menu głównym umieszczonym w górnej części strony. Na dole znajduje się tabela z lotami spełniającymi kryteria wyszukiwania podanymi w środkowej części aplikacji.

Główne cechy programu to:

- Obsługa sprzedaży biletów,
- Automatyczna wycena biletów,
- Obsługa płatności za bilety,
- Obsługa zwrotów,
- Wgląd na dokumenty związane z płatnościami,
- Definiowanie bazy klientów,
- Podgląd na podstawowe dane pasażerów a także ich informacje kontaktowe,
- Możliwość tworzenia lotów,
- Wyświetlanie listy lotów,
- Wyświetlanie informacji o wybranym locie,

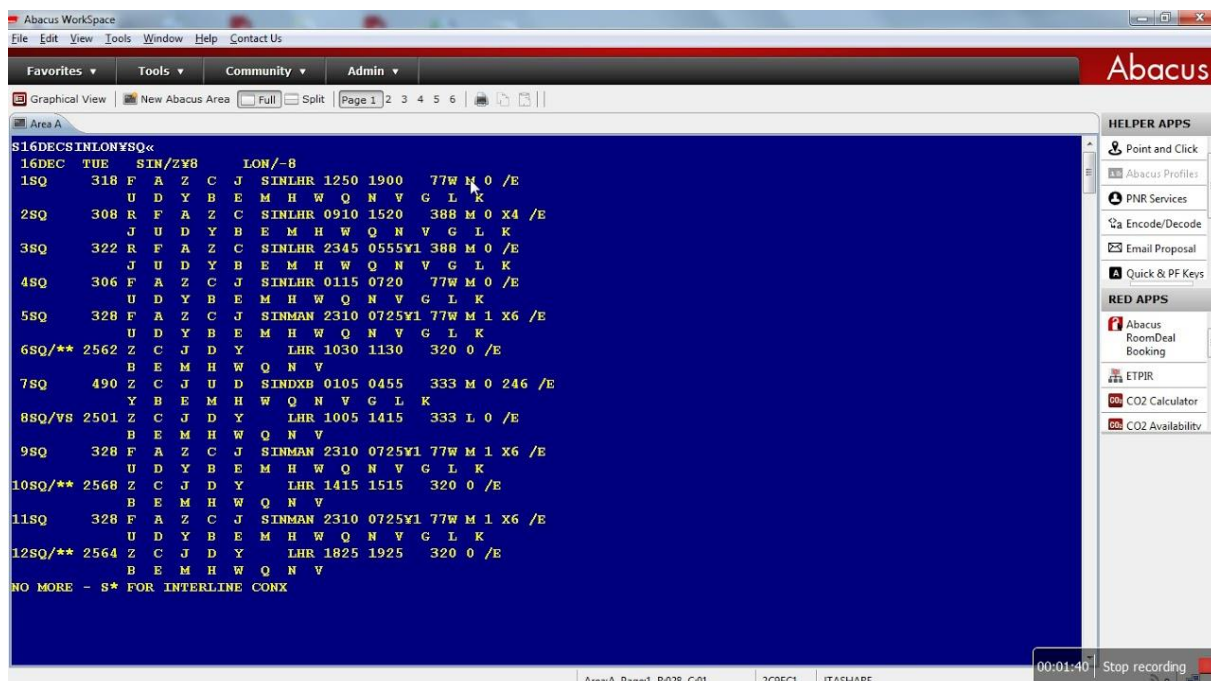
- Filtrowanie danych,
- Historia lotów,
- Tworzenie kont pracowników.

Zaletą tej aplikacji jest głównie jej niezawodność. Amadeus jest firmą, która powstała ponad 30 lat temu i obsługuje największych graczy na rynku – linie lotnicze takie jak KLM, Qantas czy Southwest Airlines. Stosują oni znane i skuteczne od lat metody zarządzania. Dodatkowym atutem jest możliwość modyfikacji oprogramowania w ramach potrzeby linii lotniczej – np. poprzez dodanie obsługi pasażerów często korzystających z usług danej firmy.

Wadą jest natomiast cena. Na chwilę obecną Amadeus jest największym graczem na rynku jeżeli chodzi o systemy zarządzania liniami lotniczymi - główną konkurencją są Sabre i Travelport. Z powodu posiadania tak dużej różnicy w siłach ma on możliwość dość swobodnego wyboru ceny za swoje oprogramowanie co skutkuje niezadowoleniem linii lotniczych, które muszą płacić duże pieniądze wiedząc, że ciężko jest wybrać alternatywę. Na chwilę obecną to głównie duże i starsze linie lotnicze korzystają z tego systemu. Dodatkowo interfejs graficzny systemu jest bardzo przestarzały co może zostać negatywnie odebrane przez klientów biorąc pod uwagę, że innowacja i nowoczesność są ważnymi elementami wyglądu aplikacji.

2.2. SabreSonic CSS

SabreSonic CSS to system stworzony w celu ułatwienia liniom lotniczym obsługi pasażerów. Zawiera on również funkcje zarządzania inwentarzem i kontrolą wylotów. Firma Sabre ma w planach przenieść całą infrastrukturę systemu do rozwiązań chmurowych do roku 2023. Podobnie jak w przypadku poprzednika, ceny za używanie systemu są indywidualnie dostosowywane do firmy planującej zakup, jednak w tym wypadku brak jest informacji publicznej o średnim koszcie lub formie płatności.



Rysunek 2. Zrzut ekranu pokazujący widok rozkładu lotów

System cechuje minimalistyczny interfejs wyposażony w konsolę używaną do wpisywania komend, znajdującą się w centralnej części okna. Na górze widoczne jest menu główne używane do przełączania się między różnymi narzędziami. Po prawej stronie znajduje się lista aplikacji pomocniczych typu drukowanie czy kalkulator, które można uruchomić poprzez kliknięcie na element listy.

Główne cechy programu to:

- Obsługa sprzedaży biletów,
- Automatyczna wycena biletów,
- Obsługa płatności za bilety,
- Obsługa zwrotów,
- Umożliwienie odprawy online,
- Definiowanie bazy klientów,
- Podgląd na podstawowe dane pasażerów a także ich informacje kontaktowe,
- Możliwość tworzenia lotów,
- Wyświetlanie listy lotów,
- Wyświetlanie informacji o wybranym locie,
- Filtrowanie danych,
- Zarządzanie inwentarzem,
- Tworzenie kont pracowników,

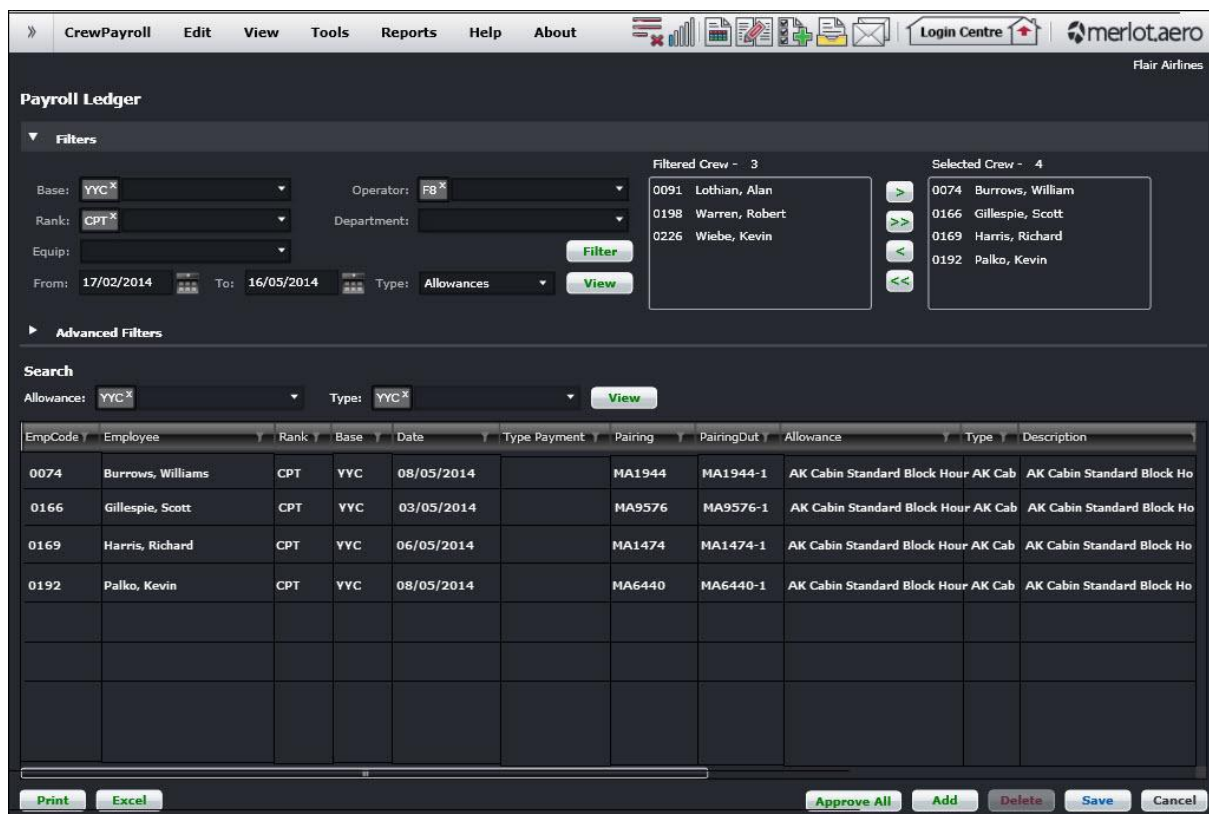
- Wysyłanie wiadomości

Zaletą aplikacji jest jej efektywność. W przypadku systemów wspomagających obsługę linii lotniczej, Sabre jest też liderem we wprowadzaniu nowych rozwiązań. Jako pierwsi zdecydowali się na przeniesienie całej architektury do chmury i planują zakończyć proces migracji w 2023 roku. Korzystają z bardzo wydajnych algorytmów przeliczających ceny lecz sam system jest również bardzo efektywny. Linie korzystające z tego systemu to np. Aeroflot, American Airlines. Dodatkowo również duże linie o niskich kosztach takie jak JetBlue czy WestJet korzystają z owego systemu.

Wadą systemu, która pojawia się w prawie każdej recenzji użytkowników, jest bardzo archaiczny interfejs, porównywany do systemów z lat 80. Wprowadzanie danych następuje poprzez konsolę co jest bardzo niewygodne i nieintuicyjne. Wymaga to szkolenia nowych pracowników w celu nauki bardzo specyficznej składni używanej w konsoli. Samodzielna nauka jest prawie niemożliwa. Dodatkowym problemem jest fakt, że system zawiesza się przy wolniejszych połączeniach internetowych.

2.3. Merlot Aero

Merlot Aero oferuje nowoczesny system zarządzania załogami i lotami. Umożliwia on tworzenie i zarządzanie załogami a także wgląd na ilość przepracowanych godzin. Informuje on o konfliktach w planie lotów a także o przekroczonym czasie w powietrzu – limit czasowy można ustawić w zależności od regulaminu danej linii lotniczej. Dodatkowo system umożliwia tworzenie lotów i wgląd na ich dane a także zapisuje historię poprzednich zleceń. Cena systemu jest dobierana indywidualnie dla linii lotniczej i jest ona oferowana w formie subskrypcji płatnej co miesiąc lub co rok. Dostępny jest również darmowy okres próbny.



Rysunek 3. Zrzut ekranu przedstawiający rejestr listy plac załóg

System posiada nowoczesny i przejrzysty interfejs, który jest bardzo prosty w obsłudze. Jego stylistyka również umila czas pracy poprzez zastosowanie nierzających kolorów. Możliwe jest filtrowanie poprzez różne kryteria: ranga pilota, utworzony skład, baza operacyjna itd.

Główne cechy programu to:

- Możliwość tworzenia lotów,
- Wyświetlanie listy lotów,
- Wyświetlanie informacji o wybranym locie,
- Filtrowanie danych,
- Historia lotów,
- Przeglądanie raportów z lotów,
- Tworzenie kont pracowników,
- Przypisywanie pracowników do danego lotu,
- Automatyczne obliczanie wypłat należnych za wykonanie pracy,
- Ostrzeganie przed kolidującymi lotami.

Zaletą systemu jest przyjazny dla użytkowników wygląd. Poza prostotą menu, interfejs ma ciemną szatę barw co jest o wiele przyjemniejsze dla oczu niż interfejs o

jaskrawych barwach. Merlot Aero to jedno z najnowocześniejszych rozwiązań, które jest stale rozwijane. Oferuje również ponad 30 rozszerzeń z których firmy mogą korzystać za dodatkową opłatą.

Wadą systemu jest jego awaryjność. Niestety pomimo innowacyjności systemu, użytkownicy mogą spotkać się z szeregiem błędów. W 2013 roku stały się one na tyle poważne, że linia lotnicza IslandAir pozwała Merlot Aero za kontynuujące problemy z systemem – między innymi zawieszanie się, problemy z przeliczaniem płac, brak dostępu do systemu z poza sieci linii lotniczej a także niedostateczną obsługę klienta w razie awarii.

2.4. Podsumowanie oraz wnioski

Podsumowanie cech funkcjonalnych prezentowanych wyżej systemów pomagających w obsłudze linii lotniczej przedstawiono w tabeli poniżej. W pierwszej kolumnie znajduje się nazwa danej cechy, a w kolejnych 3 za pomocą znaku „X” przedstawiono czy dany system posiadał wybraną cechę.

Funkcja	Amadeus Altea Reservation Desktop Web	SabreSonic CSS	Merlot Aero
Dostęp przez przeglądarkę internetową dla klienta	X	X	
Dostęp przez przeglądarkę internetową dla obsługi linii lotniczej	X		X
Obsługa sprzedaży biletów	X	X	
Obsługa płatności za bilety	X	X	
Odprawa Online		X	
Definiowanie bazy klientów	X	X	

Podgląd podstawowych danych pasażerów i ich informacji kontaktowych	X	X	
Możliwość tworzenia lotów	X	X	X
Wyświetlanie listy lotów	X	X	X
Wyświetlanie informacji o wybranym locie	X	X	X
Filtrowanie danych	X	X	X
Historia lotów	X		X
Przeglądanie raportów z lotów			X
Zarządzanie inwentarzem		X	
Tworzenie kont pracowników	X	X	X
Przypisywanie pracowników do danego lotu			X
Wysyłanie wiadomości		X	

Tabela 2 Podsumowanie funkcji oraz cen trzech wybranych systemów. Opracowanie własne.

Z przedstawionej analizy wynika, że system obsługi linii lotniczej powinien co najmniej spełniać wymagania funkcjonalne, takie jak:

- Dostęp przez przeglądarkę internetową dla klienta
- Dostęp przez przeglądarkę internetową dla obsługi linii lotniczej
- Obsługa sprzedaży biletów
- Obsługa płatności za bilety
- Definiowanie bazy klientów
- Podgląd podstawowych danych pasażerów i ich informacji kontaktowych
- Możliwość tworzenia lotów
- Wyświetlanie listy lotów
- Wyświetlanie informacji o wybranym locie

- Historia lotów
- Tworzenie kont pracowników

Dodatkowo, wyżej wymieniony system powinien spełniać następujące cechy niefunkcjonalne:

- Prosty interfejs graficzny – system musi być tak zbudowany, aby nie utrudniać użytkownikom korzystania z programu.
- Szybkość – system powinien reagować na żądania użytkownika w akceptowalnym czasie a także uaktualniać dane w możliwie jak najszybszym czasie.
- Bezpieczeństwo – ponieważ niektóre dane przechowywane w systemie mogą być sensytywne, muszą one być odpowiednio chronione.
- Dostępność – system powinien być dostępny w trybie 24h/7dni/365dni w roku z ewentualnymi przerwami moderacyjnymi.

3. Określenie wymagań systemu

Podstawą do określenia wymagań systemu informatycznego są procesy związane z pozyskiwaniem informacji na temat danego projektu. Polegają one na przemianie celów klienta oraz interesariuszy na konkretne wymagania, które zapewnią osiągnięcie owych celów. Jest to prawdopodobnie jeden z cięższych etapów tworzenia programu, ponieważ klient niekoniecznie rozumie jak tworzy się oprogramowanie, wie jedynie to co chciałby zobaczyć jako rezultat. Ciężko jest im przewidzieć w jaki sposób system będzie faktycznie używany. Dodatkowo cele użytkowników mogą być sprzeczne. Ostateczne zdanie często należy jednak to zleceniodawcy, co nie zawsze skutkuje najlepszymi rezultatami. [7p, s.4]

Dobrze opracowana specyfikacja wymagań powinna kierować się różnymi dobrymi praktykami, które ułatwiają ten proces i zapobiegają popełnianiu błędów:

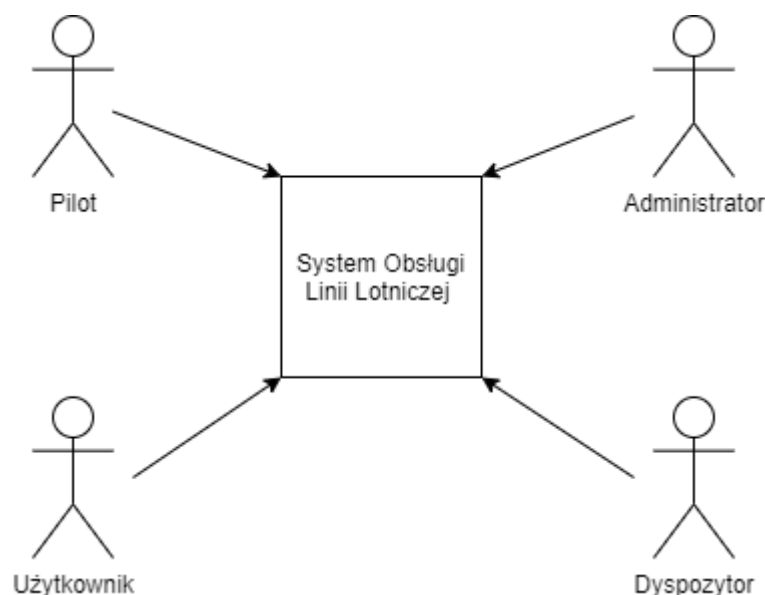
- Kompletność oraz brak sprzeczności z innymi dokumentami.
- Opisanie zewnętrznego zachowania się systemu w przeciwieństwie do sposobu jego realizacji.
- Branie pod uwagę możliwości zmiany wymagań wobec systemu – a co za tym idzie, możliwość łatwej modyfikacji struktury i stylu dokumentu, jednocześnie zachowując spójność.
- Przemyślenie ograniczeń przy jakich system będzie pracować, a także jego skrajne lub niepożądane zachowania.
- Zachowanie porozumienia między projektantami a użytkownikami systemu, jednocześnie nie lekceważąc klienta.
- Ułatwienie wyjaśniania wymagań poprzez referencje do istniejącego oprogramowania. [7p, s.6]

3.1. Wymagania funkcjonalne

Wymagania funkcjonalne opisują czynności, które system ma wykonywać. Obejmuje to czynności takie jak określenie rodzajów użytkowników korzystających z systemu, a także tych niezbędnych do działania systemu. Następnie należy określić w jaki sposób będą oni korzystać z systemu. Kolejnym krokiem jest określenie funkcji systemu a także systemów zewnętrznych. Ostatecznie należy zająć się ustaleniem struktur, przepisów prawnych, statutów, itd., które będą w mniejszym lub większym stopniu wpływać na funkcje w systemie.

3.1.1. Aktorzy

Poniższa ilustracja przedstawia zidentyfikowanych aktorów Systemu Obsługi Linii Lotniczej



Rysunek 4. Aktorzy systemu obsługi linii lotniczej. Opracowanie własne.

Nazwa	Opis
Użytkownik	Osoba rejestrująca się w systemie linii lotniczej, mająca możliwość przeglądania lotów i zarezerwowania miejsca w samolocie. Może również edytować swoje dane.
Administrator	Osoba administrująca systemem obsługi linii lotniczej, poprzez zarządzanie strukturą systemu, oraz wspieraniu innych aktorów w razie wystąpienia problemów.
Pilot	Osoba pracująca dla linii lotniczej, na stanowisku odpowiedzialnym za dostarczanie ładunków (w tym pasażerów) do celu podróży. Ma możliwość przeglądania przypisanych do niej lotów.
Dyspozytor	Osoba pracująca dla linii lotniczej, która zajmuje się organizacją lotów i przydzielaniem załóg do lotów. Ma dostęp do informacji na temat lotów oraz załóg, a co za tym idzie może tworzyć nowe załogi składające się z pilotów.

Tabela 3. Charakterystyka aktorów. Opracowanie własne.

3.1.2. Opis funkcji systemu

Poniżej przedstawię dostępne funkcje podzielone na role użytkowników, przedstawione w formie opisowej.

3.1.2.1. Funkcje Administratora

1. **Tworzenie użytkownika** – użytkownik, który jest administratorem, ma możliwość wstępu do panelu administratorów, z którego wybiera funkcję tworzenia użytkownika. Ma on możliwość podania wszystkich danych lub tylko ich części, w tym roli użytkownika, która determinuje poziom dostępu do systemu.
2. **Wyświetlanie danych użytkowników** – użytkownik, który jest administratorem, ma możliwość wstępu do panelu administratorów, w którym znajduje się lista ukazująca wszystkich zarejestrowanych użytkowników systemu. Lista ta umożliwia podgląd podstawowych i rozszerzonych danych użytkownika (z wyłączeniem hasła). Jednocześnie, lista ta umożliwia dostęp do innych funkcji, które zostały opisane poniżej.
3. **Edytowanie danych użytkownika** – użytkownik, który jest administratorem, ma możliwość wstępu do panelu administratorów, w którym znajduje się lista ukazująca wszystkich użytkowników systemu. Z tej samej listy ma on możliwość edytowania danych użytkownika. Nie ma on możliwości sprawdzenia hasła użytkowników ale jednocześnie nie jest zmuszony do jego zmiany.
4. **Usuwanie użytkowników** – użytkownik, który jest administratorem, ma możliwość wstępu do panelu administratorów, w którym znajduje się lista ukazująca wszystkich użytkowników system. Tak samo jak w przypadku edytowania użytkowników, ma on możliwość usunięcia danego użytkownika z poziomu listy.

3.1.2.2. Funkcje dyspozytora

1. **Tworzenie załóg** – użytkownik, który jest dyspozytorem, ma dostęp do panelu dyspozytora, z którego wybiera funkcję tworzenia załogi. Ma on możliwość utworzenia nowej załogi i przypisanie do niej pilotów.
2. **Wyświetlanie danych załóg** – użytkownik, który jest dyspozytorem, ma dostęp do panelu dyspozytora, w którym znajduje się lista zawierająca podstawowe i szczegółowe dane dotyczące wszystkich utworzonych załóg. Z poziomu tej listy, dyspozytor ma również możliwość dostępu do innych funkcji, które są opisane poniżej.

3. **Edytowanie danych załóg** – użytkownik, który jest dyspozytorem, ma dostęp do panelu dyspozytora, w którym znajduje się lista ukazująca wszystkie utworzone załogi. Z tej samej listy ma on możliwość wybrania załogi, która chce edytować i wprowadzenie tych zmian. Dyspozytor nie może zmienić danych osobistych pilotów zawartych w danej załodze, może jedynie zmienić, którzy piloci są do niej przypisani.
4. **Usuwanie załóg** – użytkownik, który jest dyspozytorem, ma dostęp do panelu dyspozytora, w którym znajduje się lista ukazująca wszystkie utworzone załogi. Z tej samej listy ma on możliwość usunięcia wybranej załogi. Usunięcie załogi nie powoduje usunięcia pilotów do niej przypisanych.
5. **Tworzenie lotów** – użytkownik, który jest dyspozytorem, ma dostęp do panelu dyspozytora, z którego wybiera funkcję tworzenia lotu. Dzięki tej funkcji może on stworzyć nowy lot i jednocześnie przypisać do niego załogę, która go zrealizuje.
6. **Wyświetlanie danych lotów** – użytkownik, który jest dyspozytorem, ma dostęp do panelu dyspozytora, w którym znajduje się lista zawierająca dane o wszystkich utworzonych lotach. Poza zwykłymi danymi lotu, dyspozytor ma również możliwość sprawdzenia ilości zajętych miejsc, a także podejrzenie danych kontaktowych użytkowników w razie potrzeby nawiązania kontaktu. Dodatkowo może on zobaczyć, która załoga jest przypisana do danego lotu.
7. **Edytowanie danych lotów** – użytkownik, który jest dyspozytorem, ma dostęp do panelu dyspozytora, w którym znajduje się lista ukazująca wszystkie utworzone loty. Z poziomu tej listy, ma on możliwość zmiany danych wybranego lotu, nie ma jednak możliwości modyfikacji danych klientów, którzy w danym locie się znajdują.
8. **Usuwanie lotów** – użytkownik, który jest dyspozytorem, ma dostęp do panelu dyspozytora, w którym znajduje się lista ukazująca wszystkie utworzone loty. Z poziomu tej listy jest on w stanie usunąć wybrany lot. Usunięcie lotu nie spowoduje usunięcia przypisanej do niego załogi bądź klientów którzy są do niego przypisani. Spowoduje jednak zmiany statusu rezerwacji w przypadku klientów, którzy byli do tego lotu przypisani.
9. **Wyświetlanie danych rezerwacji** – użytkownik, który jest dyspozytorem, ma dostęp do panelu dyspozytora, w którym znajduje się lista ukazująca

wszystkie dokonane rezerwacje. Mają oni też możliwość szybkiego podglądu danych użytkownika, który dokonał danej rezerwacji.

10. **Edycja danych rezerwacji** – użytkownik, który jest dyspozytorem, ma dostęp do panelu dyspozytora, w którym znajduje się lista ukazująca wszystkie dokonane rezerwacje. Z poziomu tej samej listy jest on w stanie edytować rezerwacje. Rezerwacje nie mogą zostać usunięte – ich status może być jednak zmieniony aby ukazać, że np. rezerwacja została anulowana.

3.1.2.3. Funkcje pilota

1. **Wyświetlanie danych lotów** – użytkownik, który jest pilotem, ma dostęp do panelu pilota, w którym znajduje się lista dostępnych lotów. Pilot ma możliwość szybkiego sprawdzenia, które loty są przypisane do niego. Ma on możliwość obejrzenia szczegółowych danych na temat lotu, w którym jest częścią załogi.
2. **Edycja danych lotów** – użytkownik, który jest pilotem, ma dostęp do panelu pilota, w którym znajduje się lista dostępnych lotów. Lista ta umożliwia szybką edycję lotu. Pilot, który jest przypisany do wybranego lotu ma możliwość zmiany daty wylotu i przylotu a także miejsca startu i miejsca docelowego w razie ewentualnych zmian względem planu lotu a faktycznym stanem rzeczy. Ma on również możliwość zmiany statusu lotu. Nie może on zmieniać danych lotów, do których nie jest przypisany.

3.1.2.4. Funkcje wspólne

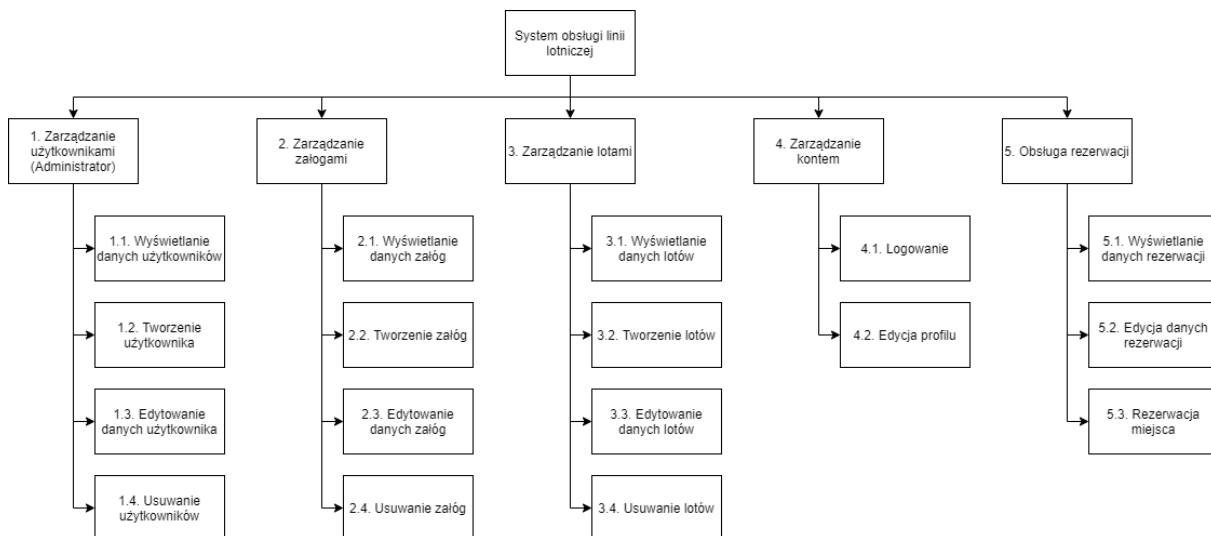
1. **Logowanie** – użytkownik podaje swój login i hasło na stronie logowanie. Dane zostają zweryfikowane przez system. W przypadku poprawnej weryfikacji, użytkownik zostanie przekierowany do panelu odpowiadającego jego roli. W przypadku nieudanej próby logowania, użytkownik nie zostaje nigdzie przekierowany.
2. **Edycja profilu** – zalogowany użytkownik przechodzi do panelu profilowego, w którym ma możliwość edycji swojego profilu. Dane takie jak rola czy adres e-mail, mogą być zmienione tylko i wyłącznie przez użytkowników z rolą administratora.

3. **Wyświetlanie danych lotów** – zalogowany użytkownik ma dostęp do panelu klienta, w którym znajduje się lista lotów dla niego dostępnych. Użytkownik ma możliwość filtrowania lotów po miejscu startowym i docelowym a także po datach. Będzie on widzieć jedynie loty, które mają jeszcze wolne miejsca.
4. **Rezerwacja miejsca** – zalogowany użytkownik ma dostęp do panelu klienta, w którym znajduje się lista lotów. Z poziomu tej listy, użytkownik ma możliwość wyboru lotu a następnie zarezerwowanie w nim wolnego miejsca w samolocie.
5. **Wyświetlanie danych rezerwacji** – zalogowany użytkownik ma dostęp do panelu klienta, w którym znajduje się lista dokonanych przez niego rezerwacji. Z poziomu tej listy, użytkownik jest w stanie zobaczyć szczegółowe dane na temat rezerwacji a także lotu, którego ta rezerwacja dotyczy. Jedynie dyspozytorzy są w stanie zobaczyć rezerwacje dokonane przez innych użytkowników.

Należy dodać, że funkcje wspólne to w istocie funkcje klienta. System jednak pozwala administratorom, dyspozytorom i pilotom na bycie klientem.

3.1.3. Diagram hierarchii funkcji

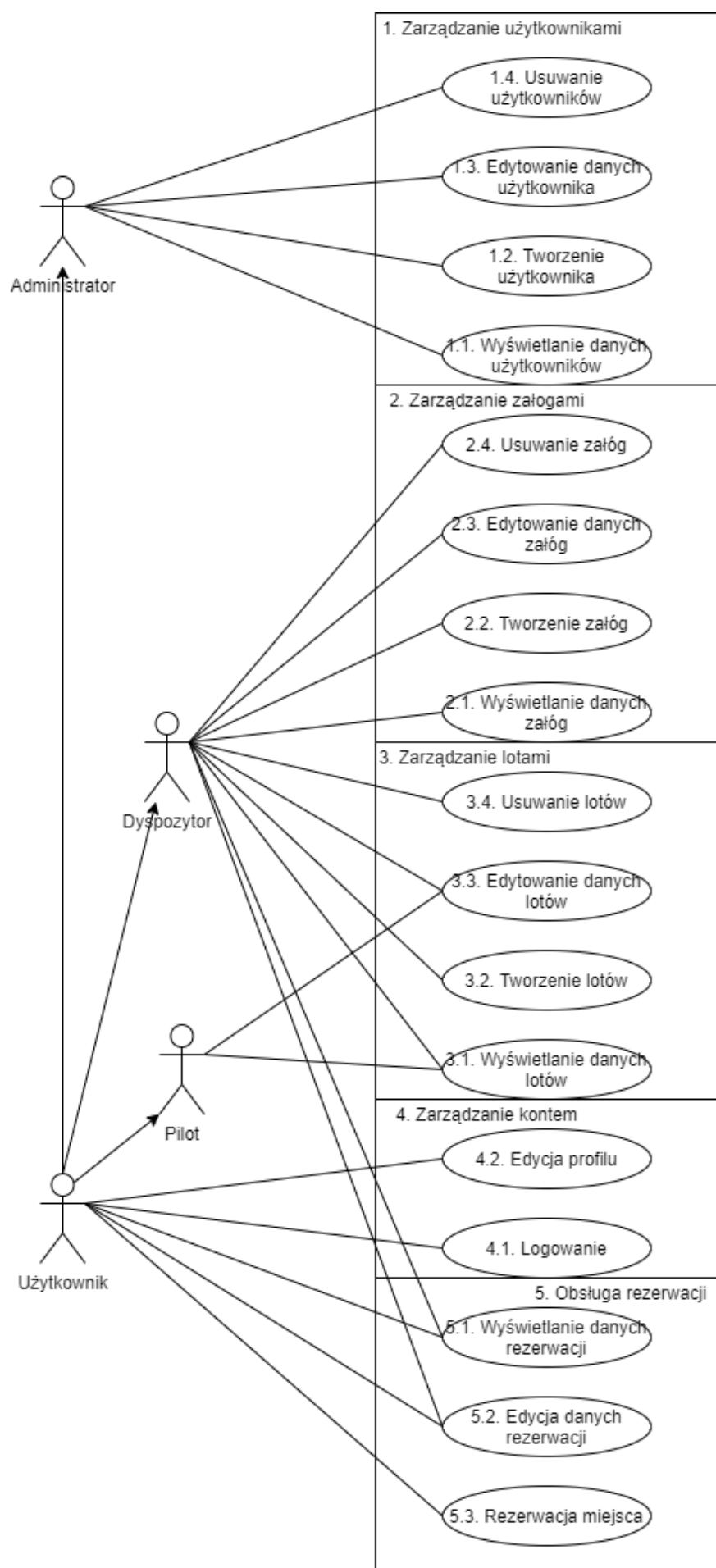
W celu zobrazowania i uporządkowania najważniejszych funkcji systemu, zostały one przedstawione poniżej w formie diagramu hierarchii funkcji.



Rysunek 5. Diagram hierarchii funkcji poziomów 1 - 2 najważniejszych funkcji systemu. Opracowanie własne

3.1.4. Diagram przypadków użycia

Niżej przedstawiony diagram przypadków użycia ma na celu przybliżenie nam planowanego działania systemu poprzez powiązanie funkcjonalności z użytkownikami docelowo korzystającymi z systemu, zwanymi również aktorami.

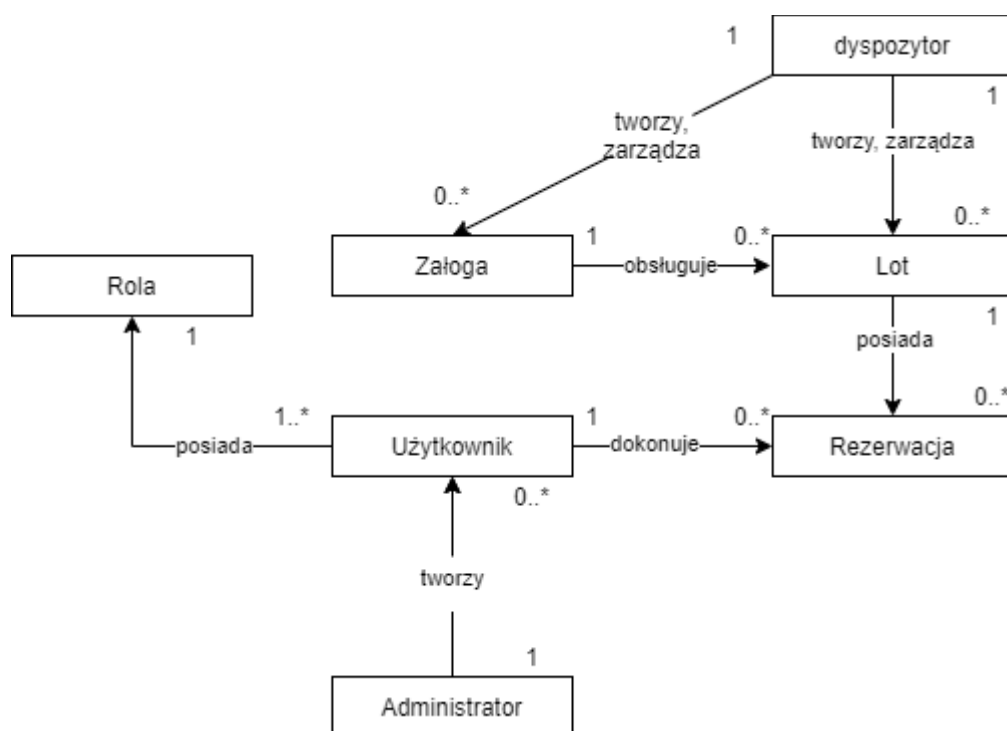


Rysunek 6. Diagram przypadków użycia. Opracowanie własne.

3.1.5. Diagram związków encji

Równie istotne jak funkcje są dane wywodzące się z działań funkcji systemu. W celu uporządkowania zgromadzonej wiedzy zastosowany został diagram encji [2, str. 93].

Poniżej przedstawiony został diagram związków encji w celu zrozumienia najważniejszej logiki projektowanego systemu. Encje nie zawierają atrybutów, bowiem zostaną one zdefiniowane w rozdziale projektu systemu.



Rysunek 7. Diagram encji. Opracowanie własne.

Opis encji oraz relacji między nimi został przedstawiony w poniższych tabelach:

Nr	Nazwa encji	Opis encji
1	Użytkownik	Użytkownik systemu, działający jako klient
2	Rola	Rola użytkownika.
3	Administrator	Administrator systemu.
4	Rezerwacja	Zarezerwowane miejsce w samolocie.
5	Lot	Lot obsługiwany przez linie lotniczą

6	Załoga	Grupa pilotów stworzona przez dyspozytorów, której celem jest obsługa lotu.
7	Dyspozytor	Pracownik linii lotniczej, który tworzy i zarządza nie tylko załogami, ale też lotami.

Tabela 4. Opis encji. Opracowanie własne.

Poniżej opis relacji.

Nr.	Encja I	Encja I	Typ relacji	Nazwa relacji	Opis
1	Rola	Użytkownik	1:N	Posiada	Jedną rolę posiada wielu użytkowników.
2	Administrator	Użytkownik	1:N	Tworzy, Zarządza	Jeden administrator tworzy wielu klientów.
3	Użytkownik	Rezerwacja	1:N	Dokonuje	Jeden użytkownik dokonuje wielu rezerwacji.
4	Lot	Rezerwacja	1:N	Posiada	Jeden lot posiada wiele rezerwacji.
5	Załoga	Lot	1:N	Obsługuje	Jedna załoga obsługuje wiele lotów.
6	Dyspozytor	Załoga	1:N	Tworzy, Zarządza	Jeden dyspozytor tworzy i zarządza wieloma załogami.
7	Dyspozytor	Lot	1:N	Tworzy, Zarządza	Jeden dyspozytor tworzy i zarządza wieloma lotami.

Tabela 5. Opis relacji. Opracowanie własne.

3.2. Wymagania pozafunkcjonalne

Wymagania poza funkcjonalne opisują ograniczenia i charakterystyki, przy których system powinien realizować swoje funkcje. Nie są związane ze stroną funkcjonalną. Opisują cechy takie jak, np.: ograniczenia biznesowe, ograniczenia związane z przepisami, itp.

W celu opracowania wymagań pozafunkcyjnych Systemu Obsługi Linii Lotniczej został użyty model standardu ISO/IEC 25010. Standard ten składa się z ośmiu kategorii, które określają właściwości oprogramowania.

Tymi kategoriami są:

1. Funkcjonalna odpowiedniość (ang. Functional Suitability) – funkcjonalna kompletność, poprawność i odpowiedniość.
2. Wydajność (ang. Performance Efficiency) – wydajność czasowa, zużycie zasobów, oczekiwana wydajność (ang. Capacity).
3. Kompatybilność (ang. Compatibility) – współistnienie, interoperacyjność.
4. Użyteczność (ang. Usability) – rozpoznawalność zastosowania, łatwość nauczania się, łatwość operowania, ochrona użytkownika przed błędami, estetyka interfejsu użytkownika, dostępność personalna.
5. Niezawodność (ang. Reliability) – dojrzałość, dostępność techniczna, odporność na wady, odtwarzalność.
6. Bezpieczeństwo (ang. Security) – poufność, integralność, niezaprzeczalność, identyfikowalność, autentyczność.
7. Łatwość utrzymania (ang. Maintainability) – modułowość, łatwość ponownego użycia, łatwość analizy, łatwość modyfikowania, łatwość testowania
8. Przenośność (ang. Portability) – łatwość adaptacji, łatwość instalacji, łatwość zamiany

Na podstawie wyżej wymienionego schematu stworzona została poniższa tabela, przedstawiająca wymagania poza funkcjonalne projektu.

- Identyfikator
- Opis
- Kategoria
- Priorytet
 - H – wysoki.
 - M – średni.
 - L – niski.

Identyfikator	Opis	Kategoria	Priorytet
1	System powinien podawać wartości liczbowe z dokładnością do drugiego miejsca po przecinku	Funkcjonalna odpowiedniość	H
2	Czas odpowiedzi nie powinien przekraczać 3 sekund.	Wydajność	L
3	Możliwość przeglądania lotów równocześnie przez 1000 klientów	Wydajność	M
4	Możliwość obsługi minimum 300 realizowanych jednocześnie zamówień	Wydajność	M
5	System musi obsługiwać archiwum lotów z okresu minimum 2 lat wstecz	Wydajność	H
6	System powinien działać w najpopularniejszych przeglądarkach: Chrome 86.0+, Firefox 68.0+, Edge 46.0+, Safari 11.0+, Opera 61.0+	Przenośność	H
7	Skalowalność ilości danych – rozwiązanie powinno zapewnić skalowalność ze względu na regularne wprowadzanie nowych danych przez klientów i pracowników.	Przenośność	H
8	System powinien dostosowywać interfejs w zależności od używanego urządzenia oraz jego rozdzielczości.	Użyteczność	H
9	System powinien wyświetlać ostrzeżenia przed wykonywaniem funkcji administratorów w celu zmniejszenia błędów	Użyteczność	H
10	Prace systemowe, administracyjne i konserwacyjne powinny się odbywać pierwszego dnia każdego miesiąca w godzinach 1.00-3.00	Niezawodność	M
11	Hasło użytkownika powinno składać się z co najmniej 8 znaków, w tym co najmniej jednej dużej litery, jednej cyfry oraz jednego znaku specjalnego.	Bezpieczeństwo	H

9	Hasła użytkowników powinny być zaszyfrowane. Administrator nie ma do nich dostępu.	Bezpieczeństwo	H
---	------------------------------------------------------------------------------------	----------------	---

Tabela 6. Lista wymagań pozafunkcyjnych systemu. Opracowanie własne.

4. Projekt systemu

4.1. Architektura systemu

4.2. Logika systemu

4.3. Baza danych

4.4. Projekt interfejsów użytkownika

5. Implementacja systemu

5.1. Implementacja bazy danych

5.2. Implementacja logiki systemu

5.3. Implementacja interfejsu użytkownika

5.4. Przebieg implementacji

6. Testy systemu

6.1. Testy jednostkowe

6.2. Testy bezpieczeństwa

6.3. Testy zgodności

7. Podsumowanie

WYKAZ LITERATURY

Źródła literackie

1. K. Sehl, Aftershocks, „APEX Experience”, 2020, 10.3, s. 38 – 43
2. K. Sacha, Inżynieria oprogramowania, Warszawa 2010, Wydawnictwo Naukowe PWN SA.

Źródła pozaliterackie

- 1p. https://www.ulc.gov.pl/download/regulacja_ryнку/statystyki/2019/wg_porto_w_lotniczych_4kw2019.pdf
- 2p. https://www.ulc.gov.pl/download/regulacja_ryнку/statystyki/2019/wg_przew_regularne_4kw2019.pdf
- 3p. <https://www.phocuswire.com/PROS-research>
- 4p. <https://amadeus.com/en/insights/blog/deep-dive-airlines-personalization>
- 5p. <http://pracenaukowe.wwszip.pl/prace/prace-naukowe-43.pdf>
- 6p. <https://skift.com/2017/12/07/airlines-rebel-against-amadeus-fees-but-investors-arent-worried/>
- 7p. https://k.bartecki.po.opole.pl/io/io_wyklad4.pdf

Spis ilustracji

Rysunek 1. Zrzut ekranu pokazujący stronę wyszukiwania rezerwacji systemu Altea Reservation	8
Rysunek 2. Zrzut ekranu pokazujący widok rozkładu lotów	10
Rysunek 3. Zrzut ekranu przedstawiający rejestr listy płac załóg.....	12
Rysunek 4. Aktorzy systemu obsługi linii lotniczej. Opracowanie własne.....	17
Rysunek 5. Diagram hierarchii funkcji poziomów 1 - 2 najważniejszych funkcji systemu. Opracowanie własne.....	21
Rysunek 6. Diagram przypadków użycia. Opracowanie własne.....	23
Rysunek 7. Diagram encji. Opracowanie własne.	24

Spis tabel

Tabela 1. Wykaz użytych w tekście skrótów.	3
Tabela 2 Podsumowanie funkcji oraz cen trzech wybranych systemów. Opracowanie własne.	14
Tabela 3. Charakterystyka aktorów. Opracowanie własne.....	17
Tabela 4. Opis encji. Opracowanie własne.....	25
Tabela 5. Opis relacji. Opracowanie własne.	25
Tabela 6. Lista wymagań pozafunkcjonalnych systemu. Opracowanie własne.....	28

ZAŁĄCZNIKI