

RSO Projekt

Sklep internetowy

Szymon Bezpalko	269265
Konrad Kaproń	269304
Tomasz Korzeniowski	265753
Marcin Macias	269328
Krzysztof Solecki	269346
Michał Trochimiak	265780

10 maja 2018

Rejestr zmian

Data	Wersja	Zmiany
29.03.2018	0.1	Utworzenie dokumentacji, specyfikacja i analiza wymagań
19.04.2018	0.2	Opracowanie wstępnych interfejsów serwisów i wyglądu aplikacji użytkowej
26.04.2018	0.3	Szczegółowy opis serwisów
10.05.2018	1.0	Dokumentacja etapu pierwszego

Spis treści

1	Specyfikacja wymagań	3
2	Analiza wymagań	3
2.1	Wymagania funkcjonalne	3
2.2	Wymagania niefunkcjonalne	4
2.2.1	Użyteczność	4
2.2.2	Niezawodność i bezpieczeństwo	4
2.2.3	Wydajność	5
3	Przypadki użycia	5
4	Architektura systemu	6
5	Rozwiązanie	9
5.1	Serwis użytkowników	9
5.2	Serwis produktów	10
5.3	Serwis zamówień	13
5.4	Frontend	15
5.5	Specyfikacja technologii realizacji oprogramowania	18
5.5.1	Standaryzacja zapytań	18
6	Właściwości niezawodności i bezpieczeństwa	18
6.1	Keycloak	18
6.1.1	Autoryzacja przy pomocy tokenów OpenID	19
6.1.2	Keycloak w kontekście RODO	19
6.1.3	Użytkowanie w projekcie	20
6.2	Replikacja baz danych	22
6.2.1	Implementacja	23
6.2.2	Więzy spójności	23
6.2.3	ProxySQL	23
6.3	Zarządzanie instancjami serwisów	23
7	Organizacja projektu	24
7.1	Możliwe rozszerzenia	24
7.2	Etapy projektu	24
7.3	Przydział zadań	25

1 Specyfikacja wymagań

Tworzony system informatyczny powinien realizować podstawowe funkcjonalności sklepu internetowego. Jego głównym zadaniem jest umożliwienie katalogowania produktów oferowanych przez dostawcę (producenta) oraz przechowywanie informacji o zamówieniach realizowanych przez klientów.

Przez katalogowanie produktów należy rozumieć przechowywanie informacji na temat produktów oferowanych przez danego dostawcę wraz z możliwością dodawania nowych i modyfikowania już istniejących produktów. Klienci systemu powinni mieć możliwość wyszukiwania interesujących ich produktów na podstawie wybranych kryteriów (jak cena czy rodzaj towaru) oraz dodawania ich do koszyka. Koszyk jest definiowany jako zbiór produktów, które klient wybrał w celu ich zakupu, lecz jeszcze nie zatwierdził ich w celu płatności. Przed dokonaniem zamówienia, klient może zrezygnować z części lub wszystkich elementów koszyka. Po zatwierdzeniu wszystkich elementów koszyka, klient dokonuje zamówienia. Złożone zamówienie może być wyświetlane przez zamawiającego, a także modyfikowane przez określony czas.

Do zadań systemu należy zaliczyć także możliwość generowania podstawowych statystyk dotyczących sprzedaży wybranych produktów. Jest to jednak wymaganie opcjonalne, gdyż głównym celem tworzonego systemu jest dostarczenie funkcjonalności odpowiadających za zakup towarów. Za realizację płatności za zamówienie odpowiedzialny będzie system zewnętrzny.

W systemie przechowywane są dane osobowe klientów i dostawców. Muszą one być przechowywane w sposób bezpieczny, zabezpieczony przed dostępem osób niepowołanych, a także zgodnie z wymogami ustawy o ochronie danych osobowych. W szczególności, każdemu podmiotowi, którego dane figurują w systemie, przysługuje prawo do żądania ich modyfikacji lub usunięcia. Usuwane dotyczy jednak tylko danych osobowych, a nie wszystkich powiązanych z danym podmiotem informacji zapisanych w systemie.

Projektowany system, w swojej podstawowej wersji, powinien być nastawiony na obsługę producentów napojów alkoholowych. Projekt powinien być jednak na tyle uniwersalny by można było łatwo wykorzystać wytworzone rozwiązanie do sprzedaży innych rodzajów towarów (wraz z rozwojem firmy/systemu lub udostępnienia rozwiązania innym usługodawcom).

2 Analiza wymagań

2.1 Wymagania funkcjonalne

- WF1. W związku z koniecznością umożliwienia dostępu do systemu dostawcom produktów oraz klientom, konieczne jest stworzenie mechanizmu kont użytkowników, wraz z możliwością ich edytowania i kasowania. Za utworzenie konta w systemie odpowiedzialny jest użytkownik systemu. Wyróżnia się dodatkowe konto administratora, które umożliwi rozwiązywanie problemów dotyczących użytkowania systemu (w tym zakładania kont, ich nadzorowanie i edycja) a także nadzorowania poprawności działania systemu.
- WF2. Administrator systemu ma możliwość dodania, usunięcia i zmiany danych osobowych użytkownika. Przyjmuje się, że usunięcie danych osobowych następuje tylko w sytuacji, gdy osoba, której dane dotyczą, wystąpi z żądaniem o zaprzestanie ich przetwarzania. W przeciwnym razie (np. zaprzestanie korzystania z systemu wraz z unieważnieniem konta (np. producent zbankrutował, więc już nie będzie dostarczał produktów)) dane nie są usuwane, a jedynie zostaje zmieniony ich status. Dzięki temu możliwa jest archiwizacja danych dotyczących zawartych transakcji.
- WF3. Dostawcy produktów mają możliwość dodawania i modyfikowania informacji dotyczących oferowanych towarów. W ramach dodawania produktów istnieje możliwość dodawania

pojedynczego produktu, a także wielu produktów zebranych w ustrukturyzowanym pliku. Modyfikowanie produktu uwzględnia zmianę jego opisu, a także informacje o jego cenie i dostępności. Usuwanie produktu polega na zaprzestaniu wyświetlania produktu w interfejsach użytkowników oraz zmianie statusu produktu zamiast jego trwałego usunięcia. Powyższe funkcjonalności dostępne są także dla administratora systemu.

- WF4. Zalogowany użytkownik ma możliwość tworzenia koszyka produktów. W tym celu korzysta z możliwości wyszukiwania produktów na podstawie wybranych kryteriów (cena, rodzaj towaru, dostępność), przeglądania szczegółowych informacji o wybranym produkcie, a także dodawania go do koszyka. Produkty znajdujące się w koszyku mogą być modyfikowane co do zamawianej ilości oraz usuwane z koszyka. Zatwierdzenie składu koszyka jest jednoznaczne ze złożeniem zamówienia.
- WF5. Złożone zamówienie może być przeglądane i modyfikowane przez klienta. Modyfikacja udostępniana jest tylko przez pewien czas, zależny od momentu złożenia zamówienia (realizacja zamówień odbywa się o ustalonych godzinach, pod warunkiem dokonania opłaty za zamówienie). Modyfikacji podlega ilość zamówionego produktu. Klient ma również możliwość anulowania zamówienia, o ile nie rozpoczęła się jego realizacja. (zakładamy, że dla reklamacji i zwrotów produktów powstanie nowy mikroserwis).
- WF6. System powinien mieć możliwość generowania raportów i statystyk dotyczących sprzedaży produktów. Funkcjonalność ta dostępna jest dla dostawców produktów.

2.2 Wymagania niefunkcjonalne

2.2.1 Użyteczność

- WNF1. Wszystkie elementy systemu powinny udostępniać użytkownikom jednolity interfejs graficzny. Z systemu można korzystać zarówno w języku polskim, jaki i angielskim.

2.2.2 Niezawodność i bezpieczeństwo

- WNF2. Dane osobowe wszystkich podmiotów, które są przechowywane w systemie, muszą być składowane zgodnie z wymogami ustawy o ochronie danych osobowych.
- WNF3. Hasła do kont użytkowników przechowuje się w sposób bezpieczny, uniemożliwiający wykradzenie, używając funkcji skrótu zgodnie ze standardem SHA3.
- WNF4. Całość systemu powinna działać możliwie niezawodnie i cechować się odpornością na awarie. Stosowana będzie redundancja danych w celu umożliwienia odtworzenia wszystkich informacji przechowywanych w systemie po ewentualnej awarii. Czas przywracania funkcjonalności systemu w przypadku awarii lub ataku nie powinien być dłuższy niż 24 godziny, a czas pomiędzy wystąpieniami awarii nie powinien być krótszy niż 6 miesięcy.
- WNF5. System powinien przysyłać przez sieć jakiegokolwiek dane dotyczące podmiotów oraz informacje dostępne w stanie zaszyfrowanym.
- WNF6. System powinien być odporny na znane ataki, w tym: injection, brute force, forced browsing, XSS, XST
- WNF7. Wszystkie wysłane do systemu pliki powinny być najpierw automatycznie sprawdzane w systemie typu sandbox.
- WNF8. System powinien stosować zasadę najmniejszych uprawnień.

- WNF9. W czasie użytkowania systemu stosowane zabezpieczenia powinny być uaktualniane.
- WNF10. System powinien mieć możliwość tworzenia kopii zapasowych nie rzadziej niż codziennie w godzinach nocnych.

2.2.3 Wydajność

- WNF11. System musi umożliwiać wydajną jednoczesną pracę 5000 klientów oraz 200 dostawców produktów. Czas odpowiedzi systemu przy takim obciążeniu nie może przekraczać pięciu sekund, tj. czasu od otrzymania żądania przez serwer do wysłania odpowiedzi.
- WNF12. System powinien być przygotowany do łatwej rozbudowy zarówno w sferze sprzętowej, jak i programowej. Powinien być także skalowalny, tj. zostać zaprojektowany w taki sposób, by w przyszłości liczba użytkowników mogła wzrosnąć bez konieczności jego znaczącej przebudowy.

3 Przypadki użycia

Na podstawie specyfikacji oraz wymagań funkcjonalnych wyodrębnionych w czasie analizy, można wyróżnić następujących aktorów systemu:

- Klient - osoba fizyczna lub firma dokonująca zamówień w systemie (zalogowany)
- Dostawca produktu - osoba fizyczna lub firma oferująca produkty (zalogowany)
- Anonimowy użytkownik - odwiedzający stronę systemu (niezalogowany)
- Administrator systemu
- Inne systemy - system płatności za zamówienia, system reklamacji i zwrotów produktów

Zdefiniowano następujące przypadki użycia systemu:

- PU1. **Rejestracja użytkownika:** Stworzenie konta użytkownika, obejmuje nadanie mu nazwy i hasła oraz odpowiednich uprawnień.
- PU2. **Modyfikacja konta użytkownika:** Użytkownik może zmienić hasło lub dane osobowe.
- PU3. **Wyrejestrowanie użytkownika:** Zmiana stanu konta użytkownika.
- PU4. **Usunięcie danych użytkownika:** Trwałe usunięcie danych osobowych użytkownika, wykonywane jedynie na jego żądanie zaprzestania przetwarzania danych osobowych. Nie oznacza to usunięcia konta ani innych informacji związanych z jego użytkowaniem.
- PU5. **Logowanie do systemu:** Dowolny użytkownik może zalogować się do systemu poprzez podanie nazwy użytkownika i aktualnego hasła.
- PU6. **Wylogowanie z systemu:** Zalogowany użytkownik może zakończyć pracę z systemem, tracąc możliwość dostępu do przechowywanych w nim danych, poprzez wybór opcji wylogowania.
- PU7. **Dodanie produktu:** Dostawca produktu definiuje nowy produkt (lub listę produktów), który będzie oferował.
- PU8. **Modyfikacja produktu:** Dostawca produktu może zmienić informacje szczegółowe o produkcie, w tym dostępną ilość produktu i jego cenę
- PU9. **Usuwanie produktu:** Dostawca produktu usuwa dotychczasowy produkt. Nie jest on widoczny w interfejsie użytkownika, lecz informacje o nim pozostają zapisane w systemie.

- PU10. **Wyszukiwanie produktu:** Dowolny użytkownik systemu może przeglądać katalog produktów, a po wybraniu interesującego produktu może przeglądać jego szczegółowe informacje.
- PU11. **Dodawanie produktu do koszyka:** Klient wyszukuje produkt, który zamierza dodać do koszyka produktów.
- PU12. **Modyfikacja koszyka produktów:** Klient może zmieniać ilość zamawianych produktów a także usuwać wskazane pozycje.
- PU13. **Złożenie zamówienia:** Klient dokonuje weryfikacji swojego koszyka produktów i zatwierdza jego zawartość.
- PU14. **Modyfikacja zamówienia:** Klient dokonuje zmiany ilości zamawianego produktu, o ile realizacja zamówienia nie została rozpoczęta.
- PU15. **Anulowanie zamówienia:** Klient rezygnuje ze złożonego zamówienia, o ile jego realizacja nie została rozpoczęta.
- PU16. **Wyszukiwanie zamówienia:** Klient i dostawca produktu mogą przeglądać dotychczas złożone zamówienia.
- PU17. **Generowanie statystyk i raportów:** Dostawca produktu może wygenerować statystyki i raporty opisujące zamówienia wskazanych produktów

4 Architektura systemu

Diagram 1: Diagram klas

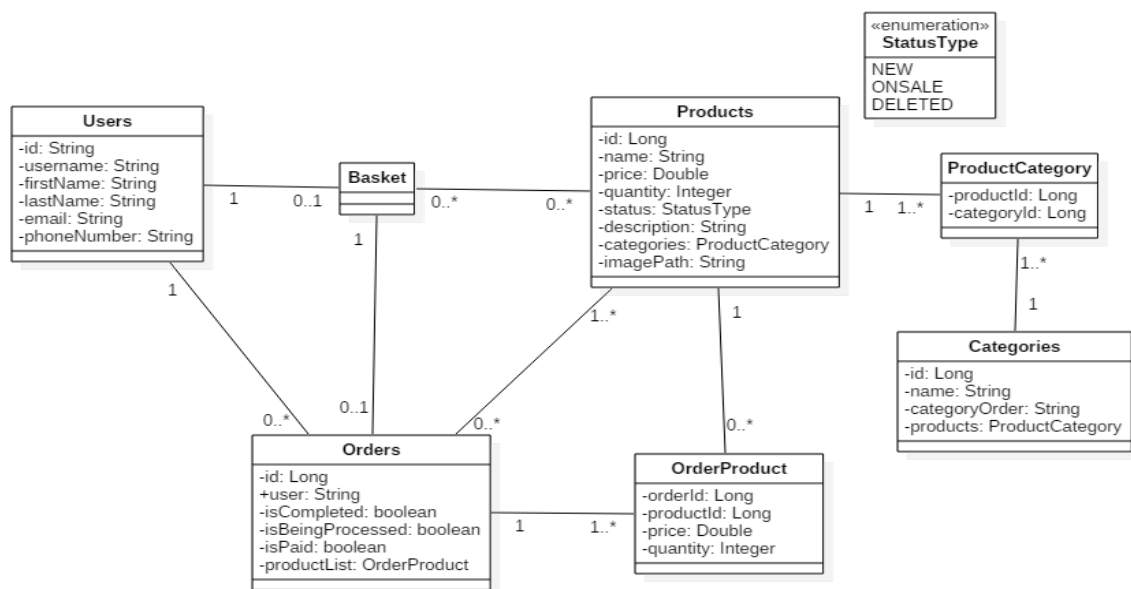


Diagram 2: Główny proces biznesowy

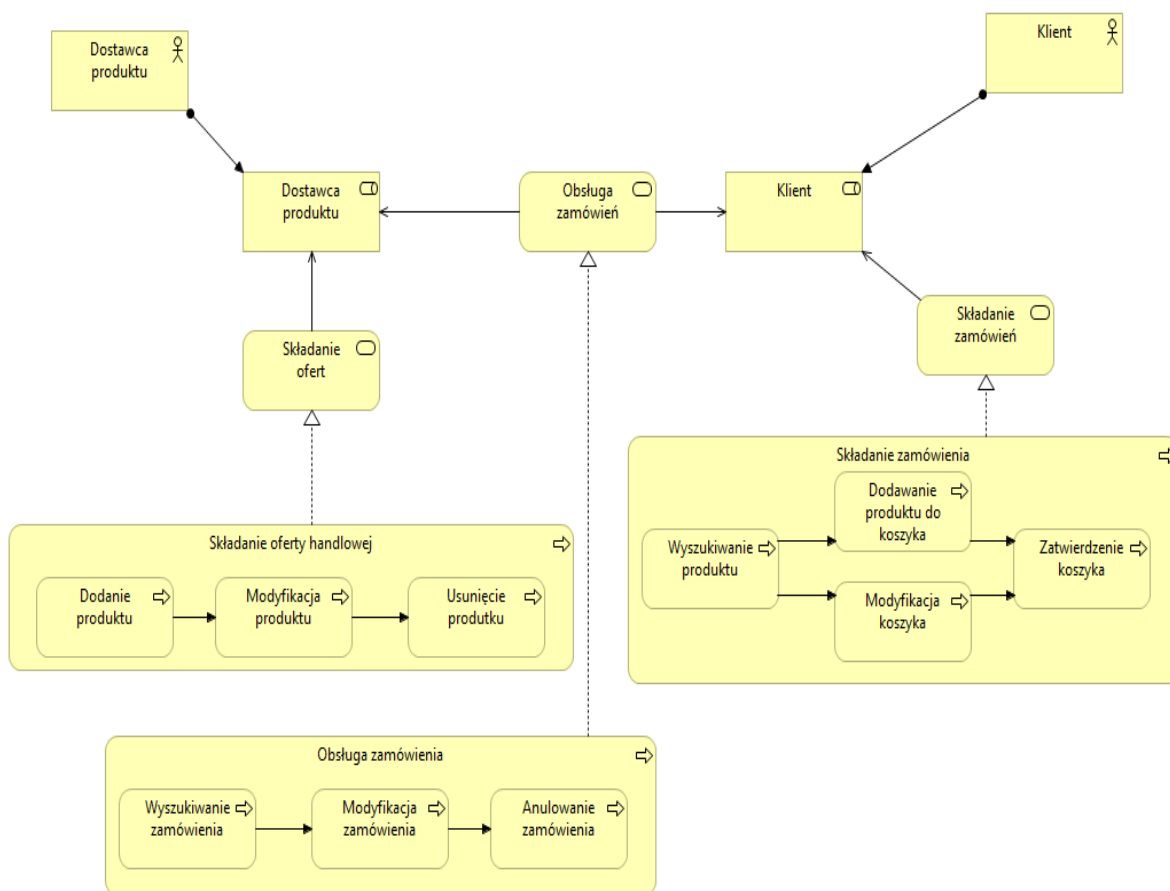


Diagram 3: Realizacja dodawania i modyfikacji produktów przez dostawców

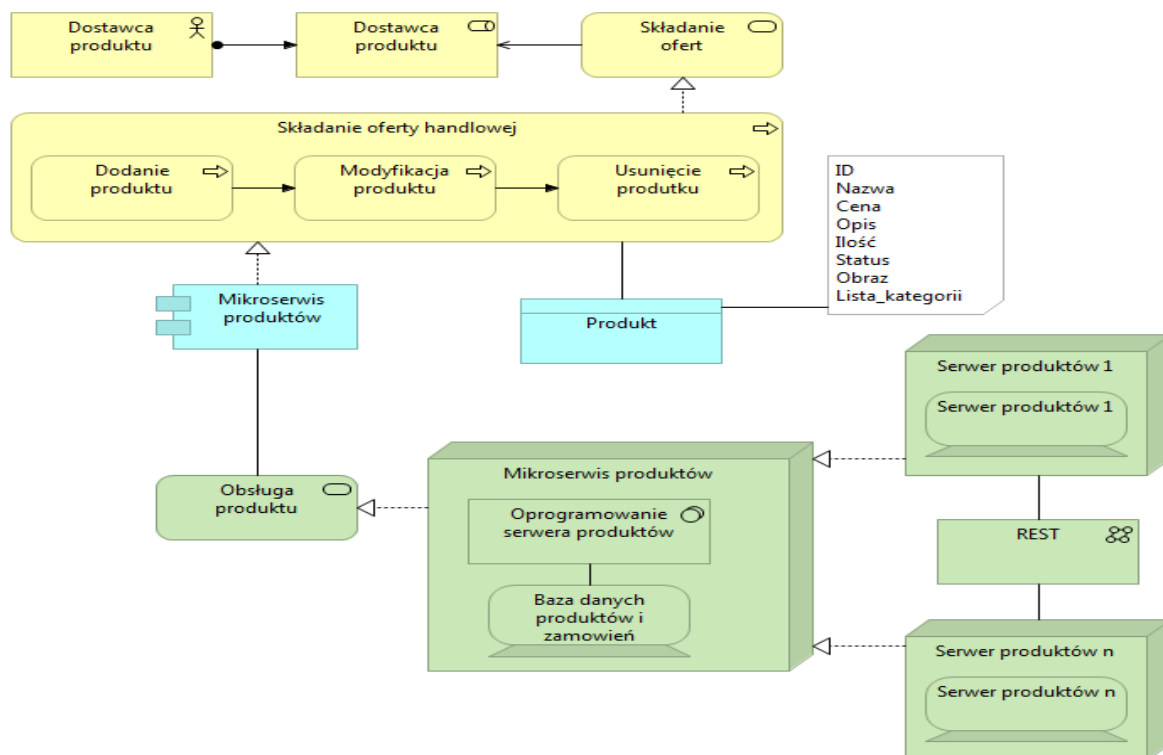


Diagram 4: Składanie zamówień przez klientów

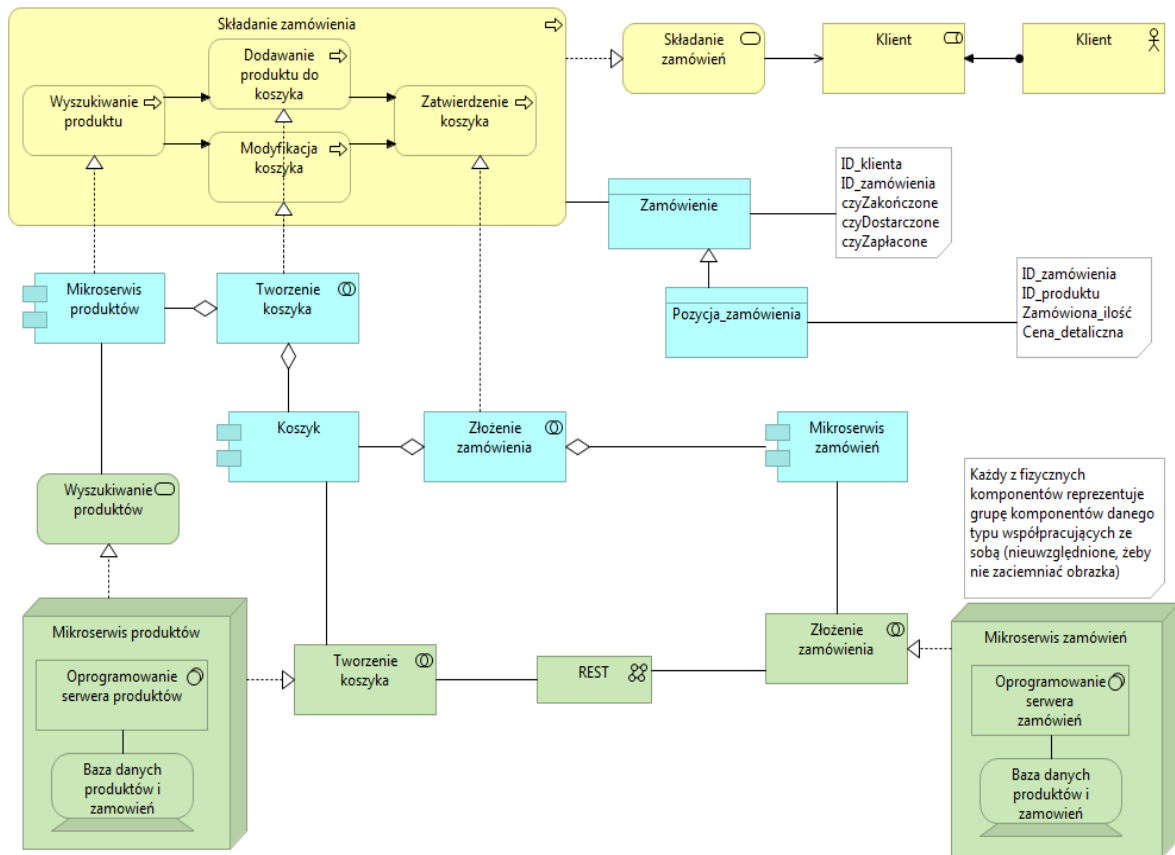
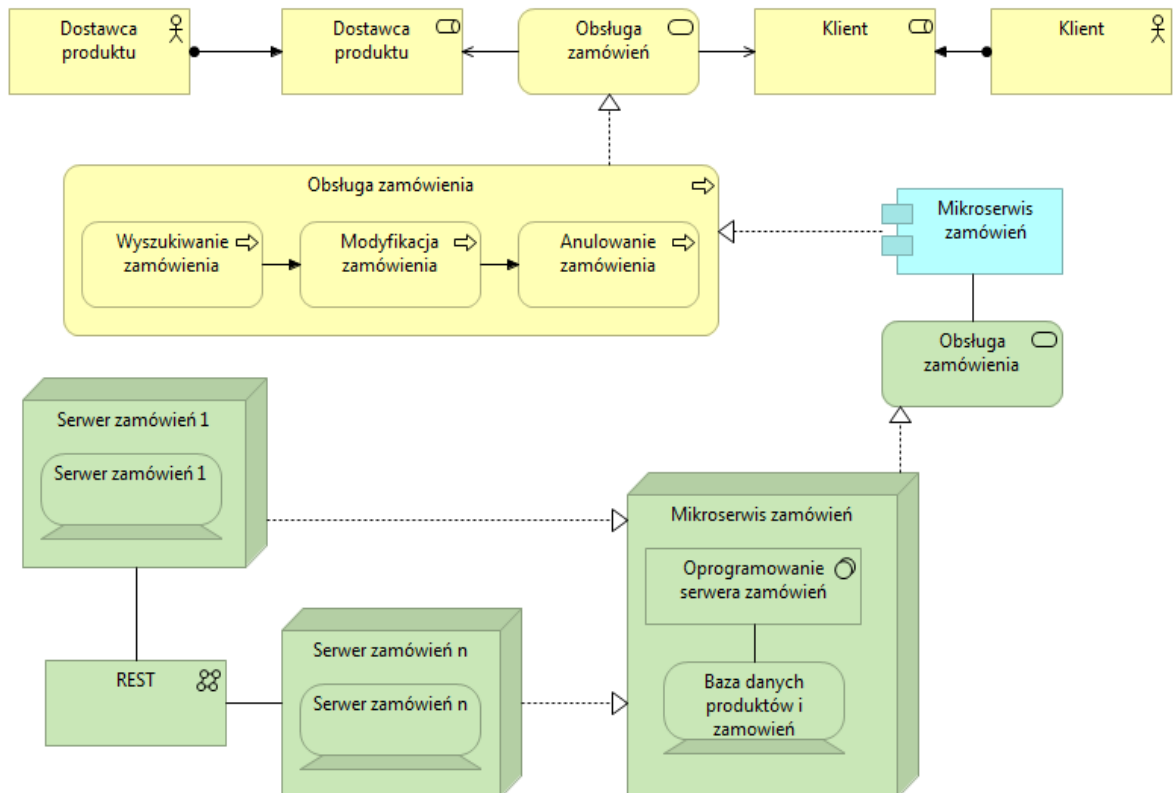


Diagram 5: Obsługa już istniejących zamówień



5 Rozwiązanie

W ramach projektów powstały następujące serwisy:

Nazwa	Webservice	Panel wildfly
Frontend	localhost:80	—
Keycloak	localhost:8080/auth/admin	—
User-webservice	localhost:8081/user-webservice-rest/api	localhost:9991
Product-webservice	localhost:8082/product-webservice-rest/api	localhost:9992
Order-webservice	localhost:8082/order-webservice-rest/api	localhost:9993
Testowy wildfly	localhost:8089/*	localhost:9999

5.1 Serwis użytkowników

Serwis udostępnia dane użytkowników, pozwala też na ich dodawanie, edycję oraz usuwanie. Do działania konieczne jest uruchomienie Keycloak'a - serwis nie komunikuje się bezpośrednio z bazą danych w której zapisane są dane użytkowników, zamiast tego służy jako proxy pomiędzy Keycloak'iem a pozostałymi modułami.

Użytkownicy opisani są następującą strukturą:

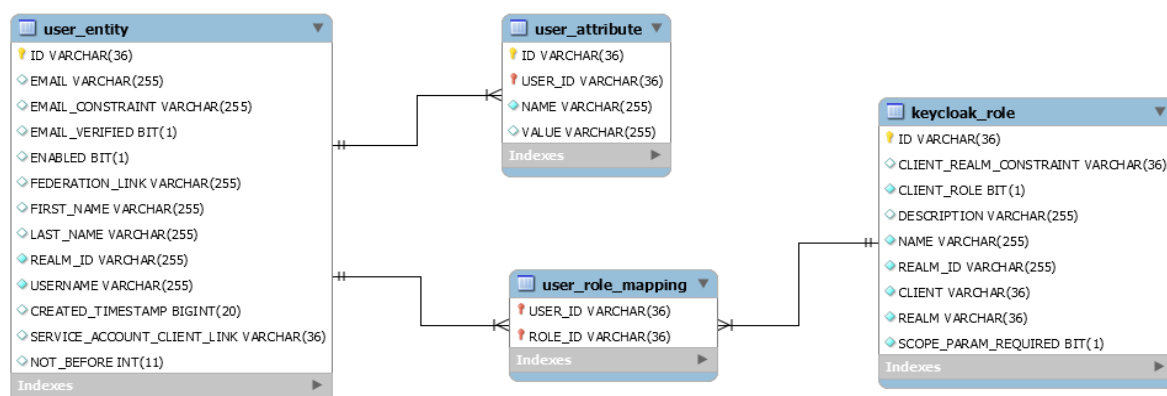
```
User
{
  "id": "1333eddbb-c0c6-42ae-8852-c9c10f5c6f8d",
  "username": "jkowalski",
  "firstName": "Jan",
  "lastName": "Kowalski",
  "email": "jkowalski@gmail.com",
  "phoneNumber": "123456789",
  "roles": ["user"]
}
```

Obecnie przewidziane są dwie role użytkowników - user oraz admin. ID użytkowników jest reprezentowany przez GUID zgodny ze standardem RFC 4122. Jego wartość jest przekazywana wraz z tokenem dostępu. Jeśli znajdzie konieczność powiązania jakichś danych z użytkownikami w bazach innych serwisów, zapisany zostanie GUID, natomiast dane personalne (w tym nazwa użytkownika) będzie można uzyskać tylko przy komunikacji z serwisem użytkowników.

Nazwa użytkownika oraz email są unikalne, wartości pozostałych atrybutów mogą się powtarzać. ID oraz nazwa użytkownika nie mogą być zmieniane. Zarówno id, jak i nazwa roli są unikalne.

Diagram 6 przedstawia tabele których dane udostępnia serwis użytkowników.

Diagram 6: Schemat bazy danych serwisu użytkowników.



Funkcje udostępniane przez serwis użytkowników zawiera tabela 1.

Tabela 1: Funkcje udostępniane przez serwis użytkowników

Funkcja	Wymagana rola	Metoda	Adres	Parametry zapytania	Body
Pobierz dane użytkownika	user	GET	/api/users/userId	–	–
Pobierz dane użytkowników	admin	GET	/api/users	5.5.1 (tylko eq/ne/in/lk)	–
Dodaj użytkownika	user	POST	/api/users	–	User
Zmień dane użytkownika	user	PUT	/api/users	–	User
Przydziel rolę użytkownikowi	admin	PUT	/api/users/userId /roles/add	String roleName	–
Odbierz rolę użytkownikowi	admin	PUT	/api/users/userId /roles/remove	String roleName	–
Usuń użytkownika	user	DELETE	/api/users	–	User
Ustaw hasło użytkownika	user	PUT	/api/users/userId /resetPassword	String userId, newPassword	–

Uwagi dotyczące korzystania z serwisu:

1. W przypadku funkcji w których wymagana jest jedynie rola user, dodatkowo w serwisie sprawdzane będzie czy id użytkownika w tokenie podanym przy zapytaniu odpowiada id użytkownika, który ma być odczytany, zmieniony czy usunięty.
2. W przypadku dodawania użytkownika ignorowane jest pole id oraz roles (id zostanie wygenerowane automatycznie i zwrócone w odpowiedzi).
3. W przypadku edycji lub usuwania użytkownik identyfikowany jest przez pole id. Przy edycji pola username oraz roles są ignorowane.
4. Każdy użytkownik w systemie domyślnie posiada rolę user (od razu po dodaniu).
5. Po dodaniu nowego użytkownika konieczne jest skorzystanie z funkcji ustawiającego jego hasło, korzystając z id zwróconego w odpowiedzi (w innym przypadku nie jest możliwe logowanie).

5.2 Serwis produktów

Serwis udostępniający dane o produktach i umożliwiający ich dodawanie oraz edycję. Produkt oferowany przez serwis opisany jest następującą strukturą:

```
Product:
{
  "id": 41,
  "name": "Platonowek",
  "price": 9.99,
  "quantity": 100,
  "status": "new",
  "description": "Najlepsze piwko",
  "categories": [
```

```

        {
            "productId": 41,
            "categoryId": 1
        },
        {
            "productId": 41,
            "categoryId": 3
        }
    ]
    "imagePath": "sciezka/do/pliku.jpg"
}

```

Identyfikator produktu jest niezmienną liczbą naturalną generowaną automatycznie podczas dodawania produktu do bazy danych. Nazwa, opis produktu oraz cena są ważne z punktu widzenia wyświetlania tych danych klientowi. Dostępna ilość wskazuje ile produktów oferowanych jest przez wszystkich dostawców sklepu (wartość ustalana przez serwis zamówień/dostaw). Ścieżka pod którą znajduje się obraz oraz statusy produktu są parametrami technicznymi. Możliwe statusy opisuje poniższa struktura danych:

```
public static enum StatusType { NEW, ONSALE, DELETED }
```

Znaczenie statusów produktów:

1. NEW – produkt w bazie danych, lecz jeszcze nie w sprzedaży
2. ONSALE – produkt w sprzedaży
3. DELETED – produkt usunięty (produkty nigdy nie są fizycznie usuwane z bazy)

Każdy produkt może należeć do wielu kategorii, a kategorie naturalnie zawierają wiele produktów. Kategorie produktów zawiera tabela ProductCategory

```
ProductCategory: {"productId": 41, "categoryId": 1}
```

Kategorie produktów przechowywane są w tabeli Categories:

```

Category:
{
    "id": 7,
    "name": "kolejne-poziomy-oddzielane-myslnikami",
    "categoryOrder": "2.0",
    "products": [
        {
            "productId": 1,
            "categoryId": 7
        },
        {
            "productId": 2,
            "categoryId": 7
        },
        {
            "productId": 5,
            "categoryId": 7
        },
    ]
}

```

Można na jej podstawie znaleźć wszystkie produkty należące do wybranej kategorii. categoryOrder odpowiada za poziomy listy grupującej kategorie produktów na ekranie

Klasy Product oraz Order odpowiadają schematowi bazy danych (diagram 7), z którego korzysta serwis.

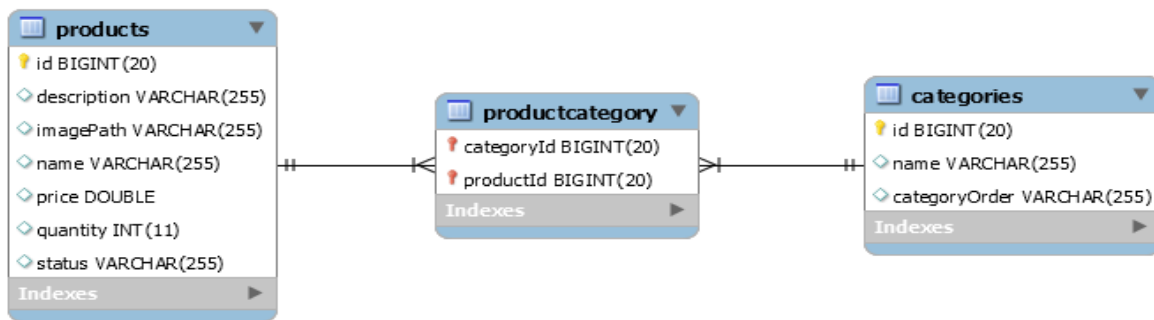
Funkcje udostępniane przez serwis produktów zawiera tabela 2.

Rezerwowanie produktów (podczas obsługi zamówienia) obejmuje sprawdzenie czy każda pozycja zamówienia na liście spełnia poniższe warunki:

Tabela 2: Funkcje udostępniane przez serwis produktów

Funkcja	Metoda	Adres	Parametry zapytania	Body
Wyszukaj produkty	GET	/api/products	5.5.1	–
Dodaj produkt	POST	/api/products /add	–	Product
Dodaj listę produktów	POST	/api/products /addList	–	List<Product>
Zmień wartości atrybutów	PUT	/api/products /update	–	Product
Dodaj kategorię produktu	PUT	/api/products /updateCategory	Long productId, Long categoryId	–
Usuń kategorię produktu	DELETE	/api/products /deleteCategory	Long productId, Long categoryId	–
Usuń listę kategorii produktu	DELETE	/api/products/ deleteCategoryList	–	List <ProductCategory>
Usuń produkt	PUT	/api/products /delete	Long productId	–
Usuń listę produktów	PUT	/api/products /deleteList	–	List<Long>
Wyszukaj kategorie (wraz z listą produktów)	GET	/api/products /getCategory	5.5.1	–
Wyszukaj wszystkie kategorie (bez listy produktów)	GET	/api/products/ getCategoryNames	–	–
Zarezerwuj produkty do zamówienia	PUT	/api/products /makeOrder	–	List <OrderPosition>
Anuluj zamówione produkty	PUT	/api/products /deleteOrder	–	List <OrderPosition>

Diagram 7: Schemat bazy danych serwisu użytkowników.



1. identyfikator produktu musi znajdować się w bazie produktów. Jeśli identyfikator nie istnieje w bazie, jest on zwracany do serwisu zamówień.
2. cena produktu w zamówieniu musi być zgodna z ceną produktu w bazie. Jeśli klient, podczas składania zamówienia, zaakceptował inną cenę niż produkt faktycznie posiada, serwis zamówień otrzymuje identyfikator produktu wraz z aktualną ceną oferowaną w sklepie
3. ilość zamawianego produktu nie może być większa od dostępnej ilości produktu w sklepie. Jeśli klient zażąda zbyt dużej ilości produktu, serwis zamówień zostanie powiadomiony o identyfikatorze takiego produktu oraz aktualnej dostępnej ilości produktu w sklepie.

Możliwe są wszystkie dopuszczalne kombinacje niespełnienia powyższych warunków, a każda pozycja je naruszająca zostaje zwrócona do serwisu zamówień. W każdym z takich przypadków całe zamówienie nie zostanie potwierdzone jako zaakceptowane przez bazę produktów.

```

OrderPosition:
{
  "productId": 7,
  "price": null,
  "quantity": 19
}

```

5.3 Serwis zamówień

Serwis realizujący obsługę zamówień; ich składanie, edycję, dostęp oraz anulowanie. Zamówienia opisane są następującą strukturą:

```

Order:
{
  "id": 2137,
  "userId": 12,
  "isCompleted": true,
  "isBeingProcessed": false,
  "isPaid": true,
  "productsList":
  [
    {
      "orderId": 2137,
      "productId": 1,
      "price": 2.49,
      "quantity": 30
    },
    {
      "orderId": 2137
      "productId": 2,

```

```

        "price": 2.49,
        "quantity": 20
    }
}
]
}

```

"id" jest liczbą całkowitą generowaną automatycznie pełniącą rolę klucza głównego w serwisie zamówień, "userId" jest napisem oznaczającym identyfikator użytkownika. Będzie on otrzymywany z serwisu użytkowników. Kolejne trzy zmienne reprezentują stan zamówienia. Zamówienie może znajdować się w stanach opisanych w tabeli 3.

Tabela 3: Stany zamówienia.

Zakończone	Oплаcone	W trakcie przesyłki	Stan zamówienia
1	1	0	Dostarczone do klienta.
0	1	1	W trakcie dostarczania do klienta, niemożliwe anulowanie transakcji.
0	0	1	W trakcie dostarczania do klienta. Niemożliwe anulowanie transakcji (płatność gotówką).
0	1	0	Zamówienie nie jest w trakcie dostarczania do klienta. Możliwe anulowanie transakcji oraz zwrot wpłaconej kwoty.
0	0	0	Zamówienie nie jest w trakcie dostarczania do klienta. Możliwe anulowanie transakcji.

Zamówienie zawiera listę produktów. Każdy z produktów zawiera pole "productId", reprezentujące jego identyfikator, pole "quantity" określające ilość zamawianego produktu, oraz pole "price" specyfikujące koszt jednostkowy danego towaru. Wystąpienia poszczególnych produktów w zamówieniach są w tabeli OrderProduct:

OrderProduct:

```

{
  "orderId": 2137,
  "productId": 1,
  "price": 2.49,
  "quantity": 30,
}

```

Funkcje udostępniane przez serwis zamówień zawiera tabela 4. Schemat bazy danych serwisu zamówień zawiera diagram 8.

Diagram 8: Schemat bazy danych serwisu zamówień.



Dodatkowe uwagi:

1. pole "orderId" jest generowane automatycznie
2. żadne pole OrderProduct nie może być null'em - w przeciwnym wypadku odpowiedź od serwisu produktów nie pozwoli na utworzenie takiego zapytania

Tabela 4: Funkcje udostępniane przez serwis zamówień.

Funkcja	Metoda	Adres	Parametry zapytania	Body
Stwórz zamówienie	POST	/api/orders /makeOrder	–	Order
Edytuj dane zamówienia	PUT	/api/orders /editOrder	–	Order
Edytuj pozycję zamówienia	PUT	/api/orders /editOrderProduct	–	OrderProduct
Edytuj listę pozycji zamówienia	PUT	/api/orders /editOrderProductList	–	List <OrderProduct>
Anuluj zamówienie	DELETE	/api/orders /cancelOrder	Long orderId	–
Anuluj pozycję zamówienia	DELETE	/api/orders /cancelOrderProduct	Long orderId, Long productId	–
Wyszukaj zamówienia	GET	/api/orders /userId	–	–
Wyszukaj zamówienie	GET	/api/orders /userId/orderId	Long orderId	–

5.4 Frontend

Interfejs graficzny sklepu zostanie zrealizowany jako strona internetowa pozwalająca na interakcję użytkowników z systemem. Pozwala klientom na logowanie, wylogowanie oraz rejestrację. Do realizacji zostaną wykorzystane biblioteki oraz framework Vue.js, Vuex, Bootstrap, Bootstrap Vue, npm i vue-sessionstorage.

Menu nawigacyjne widoczne na diagramie zawiera 5 odnośników do głównych komponentów strony:

1. Sklep – składa się z głównych części, widocznych na diagramie 9:
 - Pionowe menu kategorii: Naciśnięcie dowolnej kategorii spośród dostępnych w menu pobiera informacje o dostępnych produktach tej kategorii oraz wyświetla je w przestrzeni na karty produktów. Informacje o istniejących kategoriach pobierane są z serwisu produktów.
 - Przestrzeń kart produktów: Po wybraniu kategorii produktów wyświetlane są tu karty zawierające informacje o poszczególnych produktach. Dane produktów pobierane są z serwisu produktów i zawierają takie informacje jak nazwa produktu i cena, a także pozwalają na dodanie produktu do koszyka.
Na raz wyświetlana jest tylko jedna strona produktów zawierająca ograniczoną ich liczbę. Do wyświetlenia innej strony produktów należy wybrać odpowiednią opcję na dole przestrzeni kart produktów.
2. Podstrona „O nas” – zawiera informacje o zespole/sklepie.
3. Podstrona „Kontakt” – zawiera informacje kontaktowe
4. Koszyk – Wybór tej opcji prowadzi do strony koszyka (diagram 10) pozwalającej na zmianę ilości produktów znajdujących się w koszyku, usuwania produktów z koszyka oraz zaakceptowania koszyka.

Diagram 9: Główne składowe sklepu.

Diagram 10: Tworzenie koszyka produktów.

Diagram 11: Zatwierdzanie koszyka produktów.

Diagram 12: Strona logowania/rejestracji.

Stan koszyka przechowywany jest w stanie aplikacji webowej. Użytkownik może dodawać oraz usuwać produkty z koszyka. Dodawanie przeprowadzane jest poprzez naciśnięcie przycisku dodawania do koszyka pożądanego produktu w sklepie. Z koszyka można usunąć produkt naciskając odpowiedni przycisk w wysuwanym menu koszyka.

W wysuwanym menu koszyka znajduje się również przycisk przenoszący użytkownika do ostatecznego wyboru zamówienia. Na tej stronie (diagram 11) możliwe jest usuwanie przedmiotów z koszyka, jak również wysłanie zamówienia do serwisu. Żeby możliwe było wysłanie zamówienia do serwisu wymagane jest wcześniejsze zalogowanie.

Po zaakceptowaniu koszyka oraz otrzymaniu informacji zwrotnej z serwisu zamówień o utworzeniu zamówienia - koszyk jest czyszczony. W przypadku błędnych danych w zamówieniu takich jak niewystarczający stan w magazynie - użytkownik jest informowany.

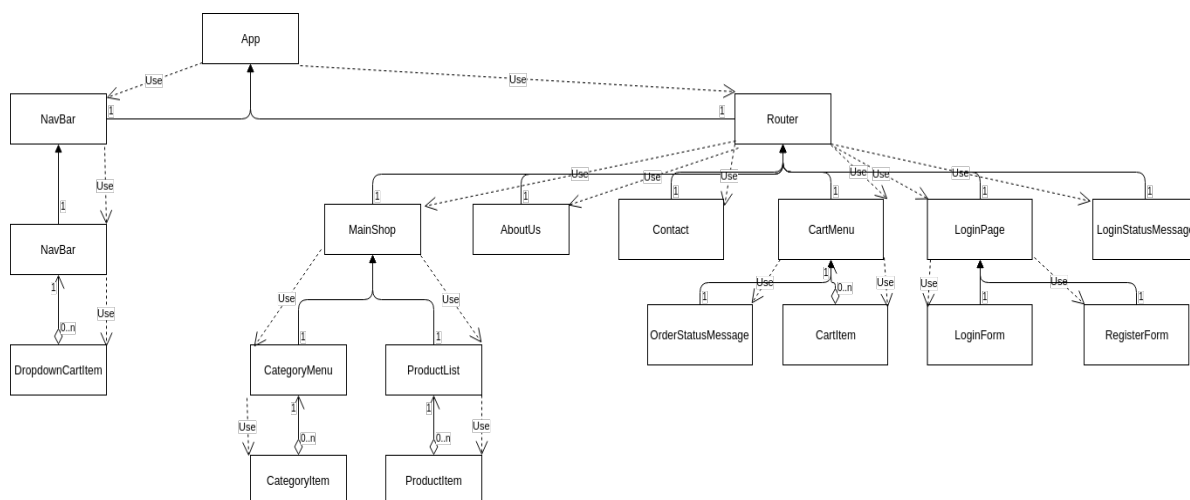
5. Logowanie – Jeśli użytkownik jest niezalogowany w menu nawigacyjnych znajduje się odnośnik do strony Logowania/Rejestracji. W przeciwnym razie znajduje się tam nazwa użytkownika oraz odnośnik do procedury wylogowania.

Na podstronie logowania (diagram 12) znajdują się 2 odseparowane od siebie formularze. Formularz logowania zawiera w sobie miejsce na wpisanie loginu i hasła oraz przycisk logowania.

Formularz Rejestracji składa się z pól pozwalających na rejestrację użytkownika oraz przycisku rejestracji.

Strony internetowe wykorzystujące framework Vue.js zbudowane są z zagnieżdżonych w sobie komponentów. Budowę strony obrazuje diagram 13. Element "Router" na podstawie ścieżki w adresie URL wyświetla odpowiednio różne komponenty. Dzięki takiej budowie strony przejście między podstronami odbywa się bez przeładowania całej strony, mimo zmiany adresu URL.

Diagram 13: Budowa strony sklepu.



5.5 Specyfikacja technologii realizacji oprogramowania

5.5.1 Standaryzacja zapytań

Do wyszukiwania obiektów w każdym z serwisów wykorzystywany jest parser generujący z parametru w postaci napisu zapytanie do bazy danych.

Dostępne są trzy parametry:

1. filter – definiuje po jakich polach i w jaki sposób filtrowane będą wyniki. Jego postać to:

```
?filter=(kolumna1=(operator:wartosc1);kolumna2=(operator:wartosc2))
```

Dostępne są operatory:

- eq/ne/lt/gt/le/ge – równy / nierówny / mniejszy / większy / mniejszy lub równy / większy lub równy
- in – wartość kolumny jest równa jednej z podanych wartości (podane w nawiasach, oddzielone przecinkiem), np. ?filter=(name=(in:(abc,bca,cba)))
- lk – operator LIKE, można go stosować tylko do napisów

2. sortBy – definicja po jakiej kolumnie i w jaki sposób (ASC / DESC - rosnąco / malejąco) sortowane będą wyniki

```
?sortBy=(kolumna,kolejnosc)
```

3. page – definicja paginacji wyników. Podajemy w nim dwie wartości: numer od którego mają zaczynać się wyniki oraz liczbę zwróconych wyników.

```
?page=(pierwszyWynik,liczbaWynikow)
```

Wyniki numerowane są od zera. Przykładowo jeśli chcemy wyświetlić wyniki podzielone na dwie strony po 25 wyników, by uzyskać pierwszą należy podać: ?page(0,25). Otrzymamy wtedy wyniki o numerach 0 - 24. Aby uzyskać kolejną stronę (wyniki 25 - 49) należy podać: ?page=(25,25).

Przykładowe zapytanie do serwisu produktów:

```
?filter=(price=(le:15.45);price=(ge:5.00);quantity=(gt:0))&sortBy=(name,ASC)&page=(0,25)
```

zwróci 25 pierwszych produktów, których w sklepie jest więcej niż 0 sztuk, ich cena jest większa od 5.00, a także mniejsza lub równa 15.45. Będą one posortowane rosnąco.

6 Właściwości niezawodności i bezpieczeństwa

6.1 Keycloak

Keycloak jest oprogramowaniem open source, zajmującym się obsługą zarządzania danymi użytkowników oraz ich autoryzacji w serwisach. Dodatkowymi funkcjonalnościami udostępnianymi przez program jest możliwość skonfigurowania federacji użytkowników (np. synchronizacja z bazą użytkowników LDAP), a także ustalenia tożsamości na podstawie tokenów otrzymanych przez inne systemy autoryzacyjne (np. Kerberos). Autoryzacja w Keycloak'u bazuje na protokołach OpenID Connect, OAuth 2.0 lub SAML.

6.1.1 Autoryzacja przy pomocy tokenów OpenID

Standardową formą autoryzacji jest stworzenie lokalnej bazy dla danych użytkowników, z których następnie korzystać będzie aplikacja. Problemem, który stwarza to rozwiązanie jest oczywiście konieczność stworzenia oddzielnego konta dla użytkownika w każdej z naszych aplikacji. Oznacza to nie tylko konieczność utrzymania wszystkich instancji baz danych, ale jest także nużące dla samego użytkownika. Dodatkowo, ponieważ dane użytkownika powielone są w wielu miejscach, trudno jest zapewnić, iż nie będą miały do nich dostępu osoby niepowołane, a usunięcie danych z każdej z baz także nie byłoby trywialnym zadaniem.

Intuicyjnym rozwiązaniem, adresującym te problemy, jest stworzenie centralnej bazy użytkowników, z której korzystać będą wszystkie nasze aplikacje. Jednakże udzielenie bezpośredniego dostępu do jednej bazy danych wielu aplikacjom, których implementacje korzystania z niej mogą się różnić, także nie wydaje się być zbyt atrakcyjne, szczególnie w przypadku tak wrażliwych danych. Zamiast tego wykorzystuje się wyspecjalizowane serwisy, odpowiadające za autoryzację oraz zarządzanie danymi użytkowników. Można zadać sobie pytanie, czy tego typu rozwiązanie nie powoduje stworzenia pojedynczego modułu, którego awaria spowoduje brak możliwości dostępu do wszystkich aplikacji. By temu zapobiec należy zapewnić jego redundancję, co można osiągnąć wykorzystując tokeny OIDC.

W ogólności rozwiązanie to wygląda następująco - do serwisu zarządzającego danymi użytkownika wysyłane jest żądanie, w którym zawierane są informacje pozwalające potwierdzić jego tożsamość (standardowo nazwa użytkownika oraz hasło). W odpowiedzi zwracany jest token, zakodowany zgodnie ze standardem RFC 7519 (JSON Web Token) i podpisany przez wystawiający go serwis, który zawiera w sobie m.in. dane o tożsamości jego posiadacza, jednostce wydającej token oraz czasie jego ważności. Token może następnie posłużyć do stwierdzenia czy użytkownik posiada dostęp do żądanych przez niego zasobów. Ponieważ może on też być przekazywany dalej do innych aplikacji, nie ma konieczności oddzielnego logowania użytkownika w każdej z nich, o ile wszystkie są skonfigurowane tak, by móc połączyć się z serwisem zarządzającym autoryzacją i potwierdzić autentyczność tokena.

Przy wykorzystaniu tokenów nie mamy więc do czynienia ze standardową sesją, której dane są przechowywane na serwerze - użytkownik autoryzowany jest poprzez sprawdzenie tokena zapisanego w pamięci, który może być używany do czasu jego wygaśnięcia. Dopóki token nie zostanie przedawniony, możliwe jest jego odświeżenie, czego obsługą zajmuje się serwer aplikacji (zakładając, iż użytkownik cały czas z niej korzysta).

Serwisem zarządzającym danymi użytkowników oraz obsługującym wystawianie tokenów jest w naszym projekcie Keycloak. Jako oprogramowanie open source, może on zostać użyty do zapewnienia bezpieczeństwa bez konieczności zakupu bardziej kosztownych rozwiązań, a równocześnie z pewnością użycie go jest preferowane w stosunku do alternatywy, którą byłaby konieczność samodzielnej implementacji tego typu serwisu. Ponieważ należy on do grupy projektów firmy RedHat, daje to nadzieję, iż będzie on wciąż rozwijany i dostosowywany do aktualnych potrzeb na rynku. Dodatkową zaletą jest aktualizowany regularnie przez twórców obraz Docker, co zdecydowanie ułatwia instalację oraz utrzymanie.

6.1.2 Keycloak w kontekście RODO

Część z zalet, które skłaniają do wykorzystania serwisu Keycloak w kontekście RODO została już podana w poprzedniej części. Przede wszystkim ustalenie centralnej bazy użytkowników i jednego punktu dostępu pozwala na dokładną kontrolę tego czy są one odpowiednio przechowywane oraz czy dostęp do nich mają jedynie odpowiednie jednostki. Przy pobieraniu czy sprawdzaniu tokena nie są w żaden sposób przesyłane prywatne dane użytkowników - są one udostępniane jedynie na żądanie. Hasła użytkowników są haszowane, a inne serwisy w razie potrzeby powiązania użytkowników np. z zamówieniami używają w tym celu GUID, który jest zgodny ze standardem RFC 4122. Ponieważ identyfikator ten w tabelach

poszczególnych serwisów nie jest kluczem obcym, możliwe jest usunięcie użytkownika bez naruszania ich działania (konieczne jest jedynie obsłużenie wyświetlenia komunikatu o braku danego użytkownika w bazie danych), udostępniona jest także możliwość edycji jego danych personalnych. Keycloak może też zostać łatwo skonfigurowany tak by wykorzystywał przy transferze danych certyfikaty SSL.

6.1.3 Użytkowanie w projekcie

W ramach konfiguracji należy zdefiniować dla każdego z serwisów klienta, dla którego wygenerowany zostanie secret w postaci guida (przykładowo e7b70cf3-8d73-466b-8592-b8cfea69f704). Każdy z serwisów łączyć się będzie ze swoim klientem, podając odpowiedni secret.

Autoryzacja użytkowników w serwisach przebiegać będzie następująco:

1. Przy logowaniu użytkownika, do serwera Keycloak wysyłane jest zapytanie wraz z podanymi loginem oraz hasłem użytkownika. W odpowiedzi zwracany jest token JWT, w którym zawierana jest m.in. informacja o id użytkownika, posiadanych przez niego rolach, oraz czasie wygaśnięcia tokena. Dodatkowo podawany jest refresh token, który pozwoli pobrać nowy token dostępu dla tego samego użytkownika, o ile zostanie podany przed czasem wygaśnięcia (w innym przypadku konieczne jest ponowne zalogowanie przez użytkownika).
2. Otrzymany token jest podawany w zapytaniach do serwisów (w nagłówku Authorization). W serwisach sprawdzane jest, czy token nie wygasł, został wystawiony przez odpowiedniego wystawcę oraz (na podstawie ról) czy użytkownik ma dostęp do danego zasobu. W razie potrzeby możliwe jest dodanie ręcznie zdefiniowanych pól w tokenie, które następnie mogą być sprawdzone w samym serwisie.
3. W przypadku gdy konieczna jest komunikacja między serwisami, przekazują one dalej w zapytaniach otrzymany token.

Przykład pobierania tokena przedstawia rysunek 14. Na diagramie 15 widać wysyłanie zapytania z tokenem w nagłówku.

Diagram 14: Zapytanie pobierające token.

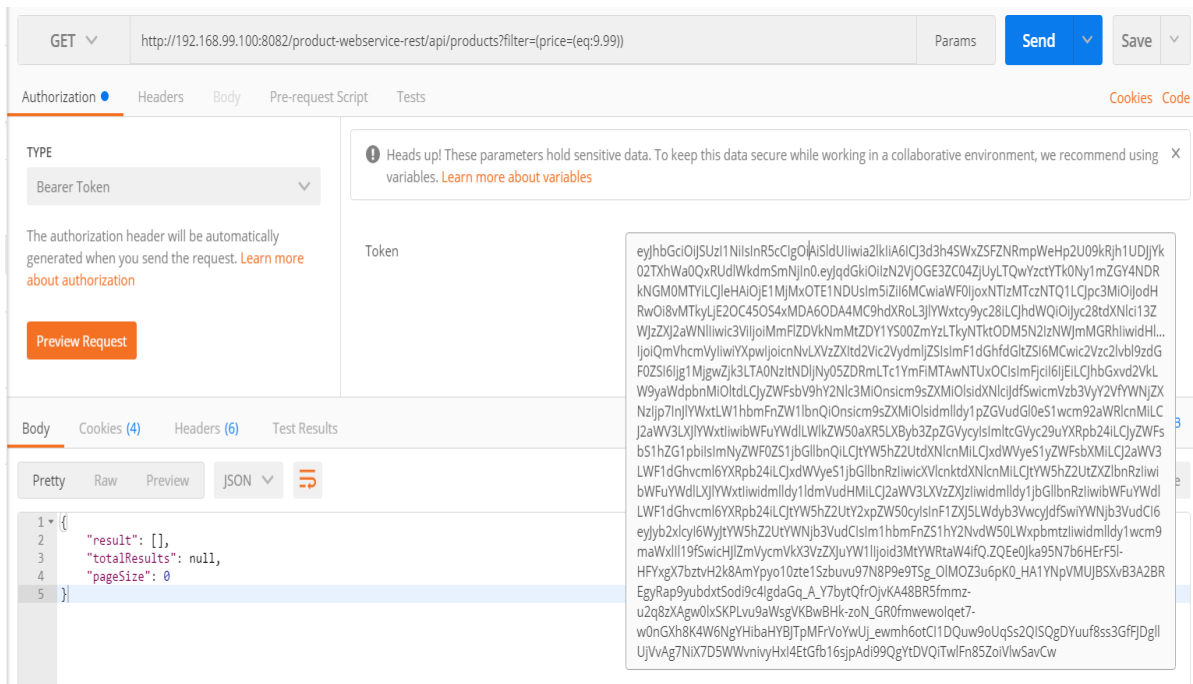
The screenshot shows a REST client interface with a POST request to `http://192.168.99.100:8080/auth/realms/rso/protocol/openid-connect/token`. The request body is in x-www-form-urlencoded format and contains the following data:

Key	Value	Description
<input checked="" type="checkbox"/> grant_type	password	
<input checked="" type="checkbox"/> client_id	rso-user-webservice	
<input checked="" type="checkbox"/> client_secret	e7b70cf3-8d73-466b-8592-b8cfea69f704	
<input checked="" type="checkbox"/> username	ws-admin	
<input checked="" type="checkbox"/> password	ws-admin	

The response is shown in JSON format, containing an access token and other metadata.

Poniżej przedstawiony jest plik konfiguracyjny w serwisie (keycloak.json):

Diagram 15: Zapytanie zawierające token w nagłówku.



```

{
  "realm": "rso",
  "auth-server-url": "http://192.168.99.100:8080/auth",
  "ssl-required": "external",
  "resource": "rso-user-webservice",
  "credentials": {
    "secret": "e7b70cf3-8d73-466b-8592-b8cfea69f704"
  }
}

```

Konfiguracja pliku web.xml tak, aby konieczne było posiadanie roli user w celu uzyskania dostępu do dowolnego REST-a:

```

<web-app version="2.4" xmlns="http://java.sun.com/xml/ns/j2ee"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://java.sun.com/xml/ns/j2ee http://java.sun.com/xml/ns/j2ee/web-
  app_2_4.xsd">

  <login-config>
    <auth-method>KEYCLOAK</auth-method>
  </login-config>

  <security-role>
    <role-name>user</role-name>
  </security-role>

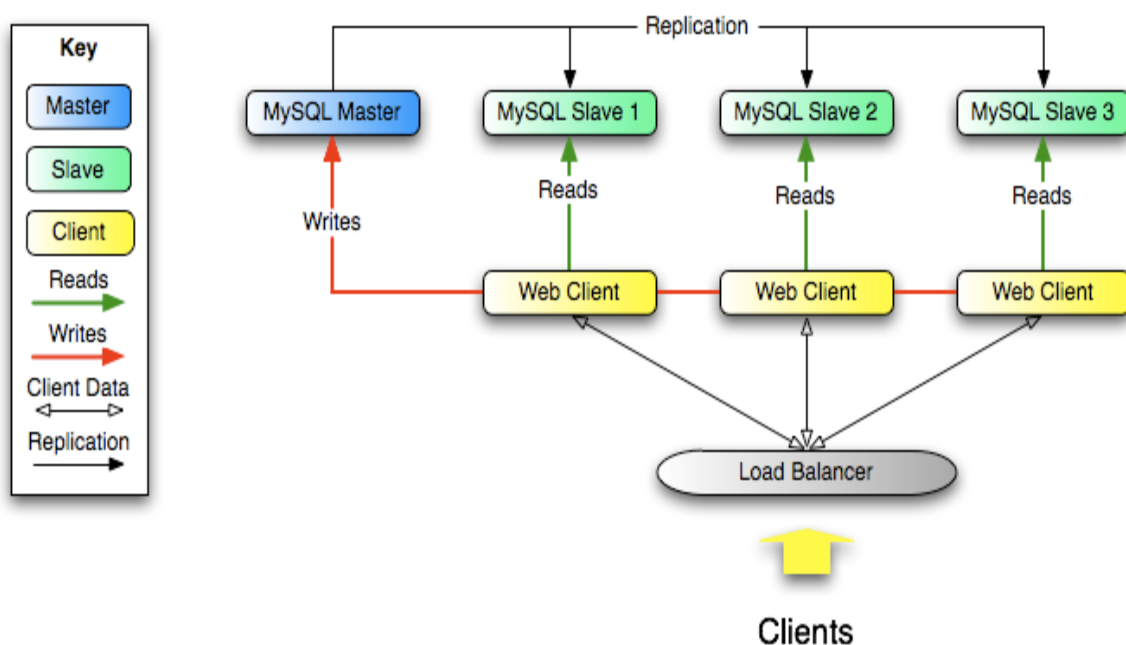
  <security-constraint>
    <web-resource-collection>
      <web-resource-name>user-webservice</web-resource-name>
      <url-pattern>*/</url-pattern>
    </web-resource-collection>
    <auth-constraint>
      <role-name>user</role-name>
    </auth-constraint>
  </security-constraint>
</web-app>

```

6.2 Replikacja baz danych

Serwisy stworzone w projekcie wykorzystują bazy danych MySQL. Replikacja w MySQL pozwala na odwzorowanie danych z nadrzędnego serwera bazodanowego (ang. master) na jeden lub wiele podrzędnych serwerów (ang. slave). Replikacja domyślnie odbywa się asynchronicznie, dzięki czemu serwery podrzędne nie muszą być podłączone permanentnie, aby otrzymywać aktualizacje. To sprawia, że replikacja może odbywać się na dalekich dystansach, bądź też przez tymczasowe lub ulotne połączenie. W zależności od konfiguracji, replikacja może dotyczyć wszystkich baz danych, wybranych, a nawet konkretnych tabel wewnątrz bazy. Replikacja w MySQL jest najbardziej korzystna dla systemów procesujących częste odczyty i rzadkie zapisy.

Diagram 16: Replikacja baz danych.



Do zalet replikacji MySQL można zaliczyć:

- Skalowalność: w omawianym środowisku, wszystkie operacje zapisu nadal muszą odbywać się na serwerze nadrzędnym, jednak już operacje odczytu - niekoniecznie. Ten model poprawia wydajność obu operacji, jako że wówczas serwer nadrzędny może być oddany jedynie operacjom zapisu, podczas gdy operacje odczytu są rozłożone na serwery podrzędne.
- Bezpieczeństwo danych: jako, że dane są powtórzone na serwerach podrzędnych, nie tylko przetrwają one awarię pojedynczego węzła, ale również jest możliwym wykonywanie kopii zapasowych bez znaczącego wpływu na działanie serwisu.
- Analityka: analiza informacji składowanych w bazie danych może odbywać się na jednym z serwerów podrzędnych, wskutek czego serwer nadrzędny pozostaje nieobciążony dodatkową pracą.
- Stabilność serwisu: w przypadku awarii serwera nadrzędnego, jeden z serwerów podrzędnych może przejąć jego obowiązki.

6.2.1 Implementacja

Zasada działania replikacji jest oparta o serwer nadrzędny śledzący wszystkie zmiany w bazie danych w dzienniku (ang. log). Dziennik ten zawiera informacje o wszystkich operacjach, które modyfikują strukturę bazy danych lub same dane od momentu, w którym serwer został uruchomiony.

Każdy serwer podrzędny, który łączy się z serwerem nadrzędnym, pobiera z niego kopię wspomnianego dziennika. Na jego podstawie odgrywa wszystkie wydarzenia jakie miały miejsce na serwerze nadrzędnym, w ten sposób synchronizując się z serwerem nadrzędnym.

Każdy z serwerów podrzędnych jest niezależny od siebie, wskutek czego odczyt logu z serwera nadrzędnego również odbywa się niezależnie. Dzięki temu, każdy z serwerów podrzędnych dokonuje synchronizacji w swoim własnym tempie i częstotliwości, zależnym od parametrów sprzętu i jakości połączenia.

6.2.2 Więzy spójności

Replikacja w systemie MySQL jest domyślnie asynchroniczna, toteż odczyty z węzłów podrzędnych siłą rzeczy muszą być opóźnione. Po zakończeniu transakcji przez serwer nadrzędny musi ona być bowiem zapisana w dzienniku, który później zostanie pobrany przez serwer podrzędny w celu odtworzenia wydarzenia. MySQL zapewnia atomowość operacji - użytkownik może odczytać stare dane, jednak istnieje gwarancja, że będą one spójne. Wymaga to zachowania ostrożności w systemach wymagających odczytu aktualnych danych.

6.2.3 ProxySQL

ProxySQL służy jako pośrednik pomiędzy serwerem MySQL a aplikacjami które sięgają do jego baz danych, jak również rozdziela ruch pomiędzy dostępnymi serwerami. W ten sposób dostarcza aplikacjom jednolity interfejs dostępu do serwerów podrzędnych w celach odczytu danych, nawet w sytuacjach ich częściowej awarii.

6.3 Zarządzanie instancjami serwisów

Wykorzystanie aplikacji Docker pozwala na upewnienie się w łatwy sposób, iż we wszystkich instancjach naszego programu działa jego odpowiednia wersja, a ich restart nie będzie sprawiał trudności. Jednakże w przypadku potrzeby automatyzacji skalowania aplikacji, konieczne jest stworzenie serwisu pełniącego rolę zarządcy. Główne zadania które do niego należą są następujące:

- Utrzymanie przez cały czas określonej liczby instancji poszczególnych serwisów. Zawiera się w tym zarówno tworzenie/usuwanie instancji na żądanie, jak i zatrzymywanie oraz uruchamianie nowych w przypadku awarii. W przypadku zmiany wersji obrazu danego serwisu najpierw uruchamiane są dodatkowe instancje zawierające aplikacje w nowej wersji, a następnie wyłączane są poprzednie, tak by zapewnić płynne przejście do nowej wersji. Dodatkowo konieczne jest rozmieszczenie instancji serwisów na udostępnionych dla zarządcy maszynach, tak by odpowiednio rozdysponować dostępne zasoby sprzętowe.
- Udostępnienie pod stałym adresem dostępu do danego serwisu oraz odpowiednie zarządzanie zapytaniami, tak by do poszczególnych instancji trafiała optymalna ich liczba.
- Przechowywanie zmiennych środowiskowych, które następnie rozprawdane są do instancji odpowiednich serwisów. Są to m.in. adresy pozostałych serwisów oraz adresy i hasła do odpowiednich baz danych.

Kubernetes spełnia wszystkie z powyższych wymagań - jest to system udostępniony na zasadach open source, przystosowany do wystawiania oraz skalowania aplikacji zawartych w

obrazach Docker. Po skonfigurowaniu w prosty sposób można określić, jakie obrazy mają zostać uruchomione, pod jakimi adresami mają zostać udostępnione oraz jaka ma być liczba ich instancji. Poszczególne serwisy komunikują się między sobą w zabezpieczonej sieci wewnętrznej, możliwe jest także skonfigurowanie połączenia między klientem a proxy serwisów z użyciem SSL. Zmienne środowiskowe mogą zostać zapisane w mapie konfiguracji, tak by przykładowo zmiana adresu bazy danych w tejże mapie spowodowała jego zmianę we wszystkich serwisach. Możliwe jest także odczytywanie logów oraz uzyskanie dostępu do konsoli poszczególnych instancji, jednak do zbierania logów ze wszystkich instancji danego serwisu konieczne jest użycie dedykowanych aplikacji (np. Logstash i Kibana).

7 Organizacja projektu

7.1 Możliwe rozszerzenia

W ramach projektu, sklep internetowy będzie realizował transakcje między klientami a sklepem. Funkcjonalność ta realizowana jest przez trzy serwisy opisane wyżej.

Rozwój projektu może obejmować:

1. Obsługę zamówienia po stronie dostawców:
 - zmiana stanów zamówienia w zależności od tego czy zamówienie jest realizowane/transportowane/zakończone
 - realizacja umów zawartych z dostawcami – nowy serwis dostaw, którego zadaniem jest realizacja zamówienia złożonego przez klienta (który dostawca realizuje które zamówienie)
2. Realizację płatności – zamiast korzystania z zewnętrznego serwisu
3. Obsługę reklamacji i zwrotów – nowy mikroserwis
4. Generowanie raportów i statystyk zgodnie z WF6.

Obecnie istniejące serwisy przygotowane są w taki sposób by obsługa zamówień po stronie dostawców nie wymagała ich modyfikacji (lub bardzo mało).

7.2 Etapy projektu

Data	Treści spotkania
13.03.2018	Utworzenie zespołu, wybór i zgłoszenie tematu projektu
22.03.2018	Ustalenie organizacji zespołu, ustalenie wstępnych założeń projektowych, zarys koncepcji rozwiązania
29.03.2018	Specyfikacja i analiza wymagań systemowych, opracowanie architektury rozwiązania
04.04.2018	Przydział zadań pomiędzy członków zespołu
05.04.2018	Utworzenie repozytorium kodu na potrzebę projektu, rozpoczęcie wstępnych implementacji serwisów
19.04.2018	Pierwsze próby doprecyzowanie interfejsów serwisów i wyglądu aplikacji użytkowej
26.04.2018	Szczegółowy opis wykorzystywanych narzędzi i technologii
06.05.2018	Redakcja i edycja dokumentacji

7.3 Przydział zadań

- Szymon Bezpalko – projekt i implementacja serwisu zamówień
- Konrad Kaproń – analiza i wdrożenie zagadnień związanych z replikacją baz danych
- Tomasz Korzeniowski – projekt i implementacja serwisu dotyczącego produktów, projekt architektury systemu, integracja dokumentacji
- Marcin Macias – kierownictwo prac w ramach projektu, analiza rozporządzenia o ochronie danych pod kątem działalności e-commerce, redakcja i edycja dokumentacji
- Krzysztof Solecki – projekt i implementacja warstwy prezentacji
- Michał Trochimiak – projekt i implementacja serwisu użytkowników wraz z ich uwierzytelnieniem, konfiguracja narzędzi Docker, Keycloak i Kubernetes