Miniprojekt bazy danych

Wiktor Smaga, Maksymilian Katolik

4 czerwca 2024

Spis treści

1 Opis funkcjonalności aplikacji

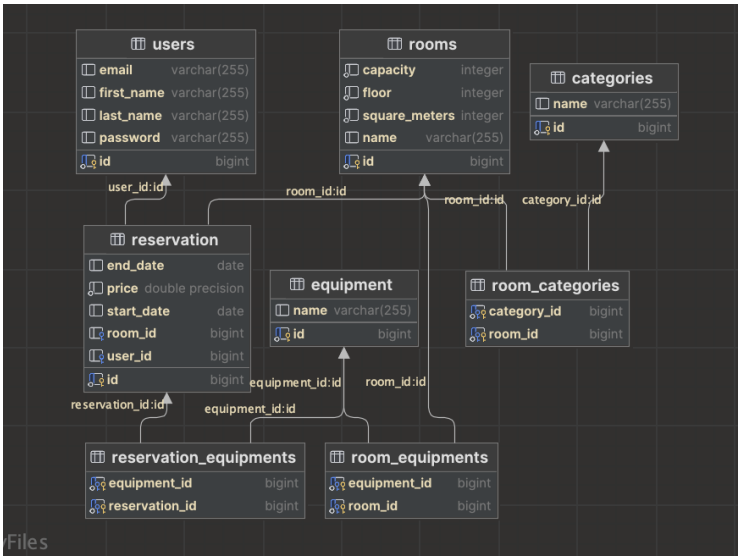
Tematem naszego projektu jest system rezerwacji sal konferencyjnych, zbudowany przy użyciu technologii: Hibernate, Spring Data oraz PostgreSQL. Jest to aplikacja backendowa, która udostępnia endpointy HTTP do wykonywania operacji na bazie danych.

Zostały zrealizowane w nim między innymi:

- zamodelowanie bazy danych przy pomocy JPA
- operacje CRUD na obiektach bazodanowych
- operacje o charakterze transakcyjnym - dokonywanie rezerwacji
- tworzenie złożonych zapytań tworzących raporty
- testowanie oprogramowania poprzez testy jednostkowe, integracyjne i przy pomocy programu Postman

2 Model danych

2.1 Schemat bazy danych



- **Główne tabele**:
  - **Users**: użytkownicy
  - **Rooms**: informacje o salach

- **Categories**: kategorie sal, każda sala może mieć wiele kategorii, np. sala bankietowa, konferencyjna
- **Reservations**: rezerwacje danych pomieszczeń w danym przedziale czasowym
- **Equipments**: dostępne dodatkowe sprzęty do wypożyczenia wraz z salą

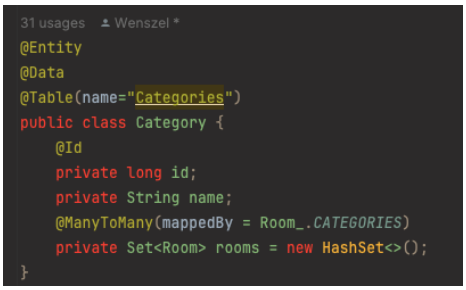
- **Tabele pośrednie**:
  - **reservation_equipments**: jakie sprzęty zostały wypożyczone w ramach danej rezerwacji
  - **room_equipment**: sprzęty dostępne w ramach danego pomieszczenia
  - **room_categories**: kategorie przypisane do sal

2.2 Modelowanie przy pomocy adnotacji JPA

Tworzenie tabel pośrednich odbywa się poprzez stworzenie tabeli ManyToMany wraz z JoinTable, która w joinColumns - określa klucz główny pierwszej strony relacji inverseJoinColumns - określa klucz główny drugiej strony relacji

Rysunek 1: Klasa encji Room

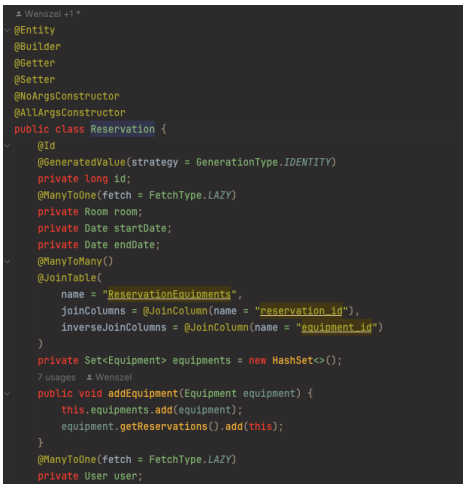
Druga strona relacji przy mapowaniu musi dodać stronę właściciela relacji przy pomocy mappedBy:



Rysunek 2: Klasa encji Category

Rysunek 3: Klasa encji Equipment

Mapowanie wiele rezerwacji należy do jednego użytkownika:



Rysunek 4: Klasa encji Reservation

Mapowanie jeden użytkownik może mieć wiele rezerwacji:

Rysunek 5: Klasa encji User

```
29 usages  Wenszel
@Entity
@Data
@Setter
@Table(name = "users")
public class User {
    @Id
    @GeneratedValue(strategy = GenerationType.AUTO)
    private long id;
    private String email;
    private String password;
    private String firstName;
    private String lastName;

    @OneToMany(mappedBy = Reservation_.USER)
    private Set<Reservation> reservations;
```

3 Komunikacja Backend - Database

Operacje CRUD zostały stworzone przy pomocy **interface'u JpaRepository** dostarczanego przez **Spring Data**. Jest on warstwą abstrakcji pomiędzy logiką biznesową, a dostępem do zasobów bazy danych. Wykorzystaliśmy następujące możlwości tej technologii:

3.1 Tworzenie zapytań do bazy

Tworzenie zapytań przy pomocy Spring Data polega na dodaniu do repozytorium metodę, którą następnie Spring na podstawie samej jej nazwy interpretuje i generuje jej implementację.

```
9 usages  Wenszel
@Repository
public interface ReservationRepository
        extends JpaRepository<Reservation, Long> { // JpaRepository extends PagingAndSortingRepository
    no usages  Wenszel
    List<Reservation> findAllByUserId(Long userId);
    1 usage  Wenszel
    Page<Reservation> findAllByUserId(Long userId, Pageable pageable);
    1 usage  Wenszel
    Set<Reservation> findByStartDateBetween(Date startDate, Date endDate);
}
```

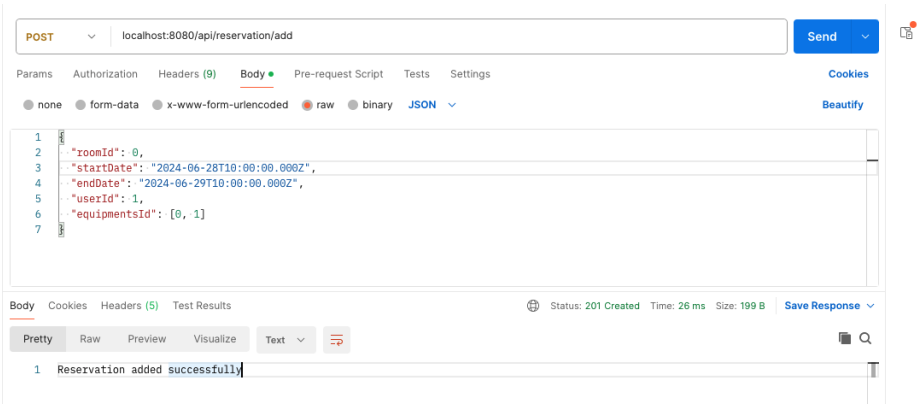
Alternatywnym podejściem jest zdefiniowanie przy pomocy adnotacji @Query zapytania w języku JPQL

```
3 usages  Wenszel
@Query("SELECT r FROM Room r LEFT JOIN FETCH r.reservations WHERE r.id = :id")
Room findRoomWithReservationsById(Long id);
```

3.2 Realizacja zapytań CRUD

```
6 usages  Wenszel
@Transactional
public void addReservation(Reservation reservation) {
    if (!roomRepository.isRoomAvailable(
            reservation.getRoom().getId(),
            reservation.getStartDate(),
            reservation.getEndDate())) {
        throw new IllegalArgumentException("Room is not available");
    }
    reservationRepository.save(reservation);
}
```

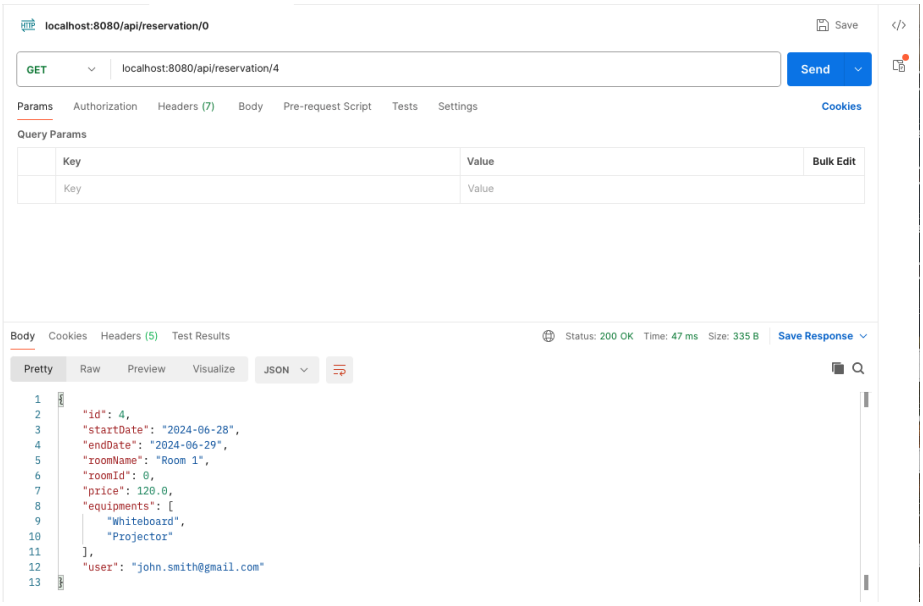
Rysunek 6: Realizacja transakcji dodawania rezerwacji



Rysunek 7: Wykonanie zapytania dodającego rezerwację

```
1 usage   Wenszel
@Transactional(readOnly = true)
public Reservation getReservation(Long id) {
    return reservationRepository.findById(id).orElse( other: null);
}
```

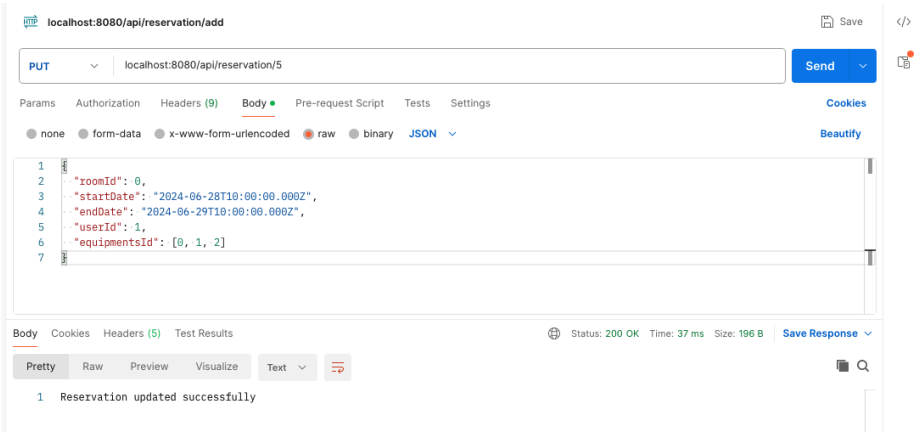
Rysunek 8: Transakcja pobierającą rezerwację po podanym ID



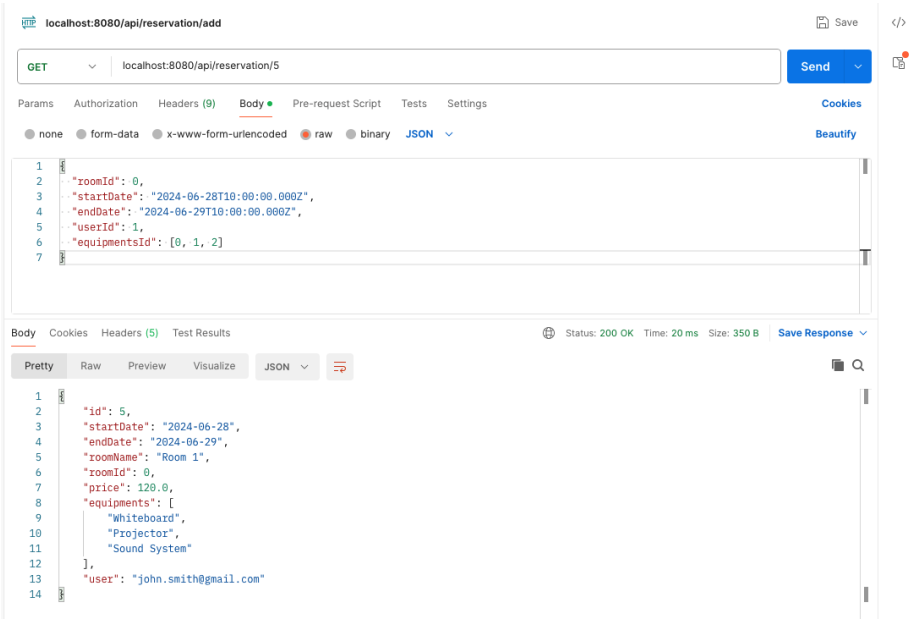
Rysunek 9: Wykonanie zapytania pobierającego wcześniej dodaną rezerwację

Transakcja aktualizacji rezerwacji. Korzystamy tutaj z faktu, że Hibernate w transakcji śledzi pobrane encje (tzw. mechanizm Dirty Checking), dzięki czemu nie musimy sami zapisywać zmian metodą save().

```java
1 usage  new *
@Transactional
public void updateReservation(long reservationId, ReservationRequest reservationRequest) {
    Reservation reservation = reservationRepository.findById(reservationId)
            .orElseThrow(() -> new IllegalArgumentException("Reservation not found"));

    Room room = roomRepository.findById(reservationRequest.getRoomId())
            .orElseThrow(() -> new IllegalArgumentException("Room not found"));

    User user = userRepository.findById(reservationRequest.getUserId())
            .orElseThrow(() -> new IllegalArgumentException("User not found"));

    Set<Equipment> equipments = new HashSet<>();
    for (Long equipmentId : reservationRequest.getEquipmentsId()) {
        Equipment equipment = equipmentRepository.findById(equipmentId)
                .orElseThrow(() -> new IllegalArgumentException("Equipment not found"));
        equipments.add(equipment);
    }

    reservation.setRoom(room);
    reservation.setUser(user);
    reservation.setStartDate(reservationRequest.getStartDate());
    reservation.setEndDate(reservationRequest.getEndDate());
    reservation.setEquipments(equipments);

    double price = room.getPriceByDay() * reservation.getDays(reservationRequest.getStartDate(), reservationRequest.getEndDate());
    reservation.setPrice(price);
}
```



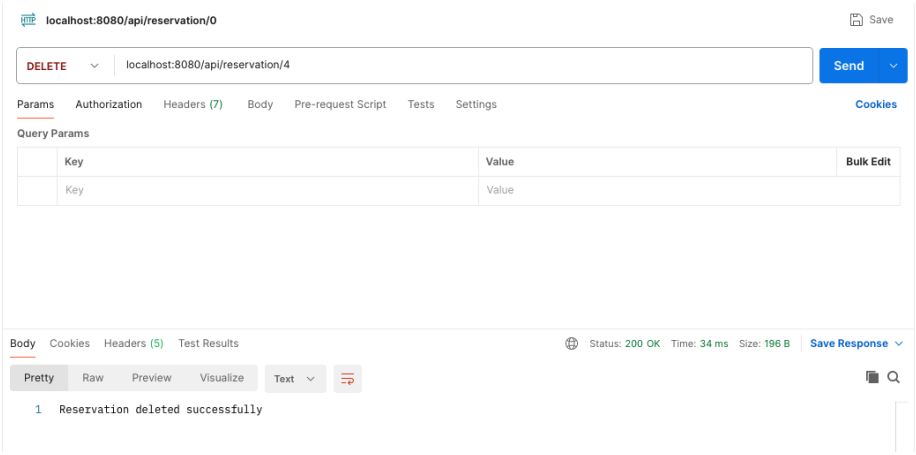
Rysunek 10: Wykonanie zapytania PUT



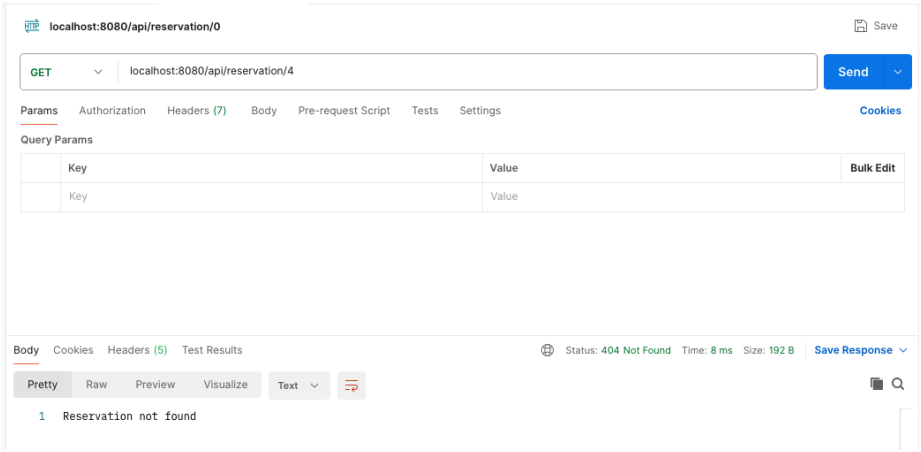
Rysunek 11: Wynik powyższego zapytania - został dodany Equipment o id 2

```
1 usage  Maksymilian-Katolik
@Transactional
public void deleteReservation(long reservationId) {
    if (!reservationRepository.existsById(reservationId)) {
        throw new IllegalArgumentException("Reservation not found");
    }
    reservationRepository.deleteById(reservationId);
}
```

Rysunek 12: Transakcja usuwająca rezerwację z bazy danych



Rysunek 13: Wykonanie zapytania DELETE



Rysunek 14: Wynik powyższego zapytania

3.3 Metody optymalizacji zapytań: Paginacja

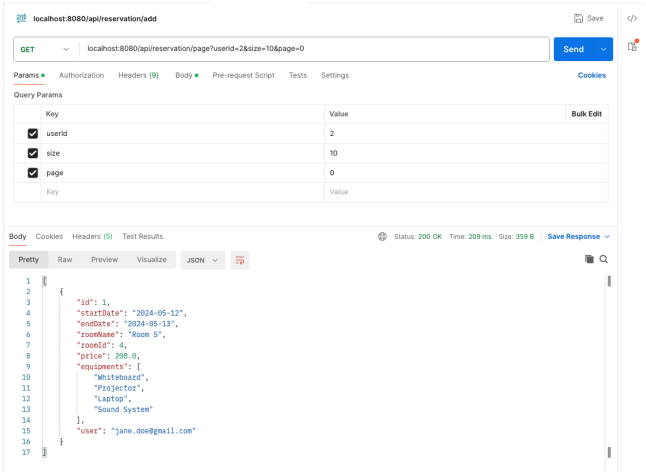
Przy pobieraniu rezerwacji dla danego użytkownika zastosowaliśmy mechanizm paginacji dostarczony przez interface PagingAndSortingRepository. Pozwala on na pobieranie tylko wybranej ilości rekordów zamiast całej dostępnej zawartości. Jest to użyteczne między innymi do tego, żeby nie doprowadzić do OutOfMemoryException przy pobieraniu dużej ilości obiektów do pamięci serwera.

```java
9 usages  Wenszel
@Repository
public interface ReservationRepository
        extends JpaRepository<Reservation, Long> { // JpaRepository extends PagingAndSortingRepository
    no usages  Wenszel
    List<Reservation> findAllByUserId(Long userId);
    1 usage  Wenszel
    Page<Reservation> findAllByUserId(Long userId, Pageable pageable);
    1 usage  Wenszel
    Set<Reservation> findByStartDateBetween(Date startDate, Date endDate);
}
```

Rysunek 15: Funkcja realizująca mechanizm paginacji w repository

```java
2 usages  Wenszel
@Transactional(readOnly = true)
public Page<Reservation> getUserReservations(long userID, int page, int size) {
    Pageable pageable = PageRequest.of(page, size);
    return reservationRepository.findAllByUserId(userID, pageable);
}
```

Rysunek 16: Transakcja pobierająca część rezerwacji



Rysunek 17: Wynik zapytania

3.4 Metody optymalizacji zapytań: Problem n+1 zapytań

Lazy Loading

Podstawowym narzędziem konfiguracji pozwalającym radzić sobie z problemem n+1 zapytań jest zdefiniowanie przy mapowaniu właściwości fetch na FetchTy-

pe.LAZY. Sprawia to, że dane z bazy danych są pobierane w sposób leniwy, tylko wtedy gdy tych danych potrzebujemy. Domyślnie jest to ustawione dla wszystkich mapowań poza ManyToOne, gdzie trzeba to ustawić manualnie

```
@ManyToOne(fetch = FetchType.LAZY)
private User user;
```

JOIN FETCH

Przy pobieraniu danych z wielu tabel istotne jest zastosowanie mechanizmu JOIN FETCH, aby wszystkie te dane zostały pobrane w ramach jednego zapytania, zamiast pobierania osobno każdego z powiązanych rekordów.

```
9 usages  Wenszel
@Repository
public interface EquipmentRepository extends JpaRepository<Equipment, Long> {
    3 usages  Wenszel
    @Query("SELECT e FROM Equipment e LEFT JOIN FETCH e.reservations as r LEFT JOIN FETCH r.room as room LEFT JOIN FETCH room.categories")
    List<Equipment> findEquipmentsWithReservationsAndCategoriesAndRooms();
}
```

Rysunek 18: Przykład użycia mechanizmu join fetch do pobrania danych z wielu tabel jednocześnie

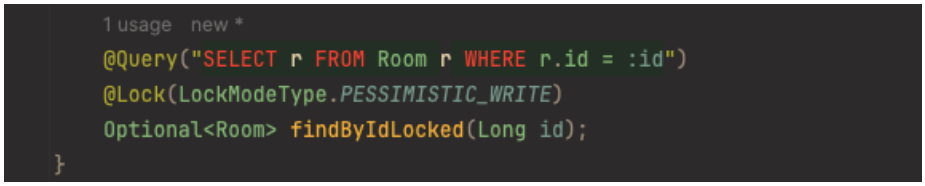
4 Transakcje

```
Wenszel +1
@PostMapping("/add")
@Transactional
public ResponseEntity<String> addReservation(@RequestBody ReservationRequest reservationRequest) {
    try {
        Reservation reservation = reservationService.createReservation(reservationRequest);
        reservationService.addReservation(reservation);
        return new ResponseEntity<>( body: "Reservation added successfully", HttpStatus.CREATED);
    } catch (Exception e) {
        logger.error("Failed to add reservation", e);
        return new ResponseEntity<>( body: "Failed to add reservation: " + e.getMessage(), HttpStatus.INTERNAL_SERVER_ERROR);
    }
}
```

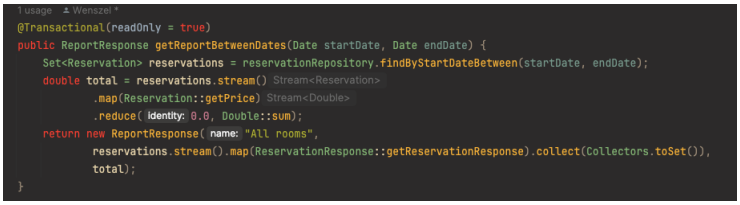
Rysunek 19: Transakcja dodania rezerwacji - Controller

Rysunek 20: Metoda tworzenie nowej rezerwacji

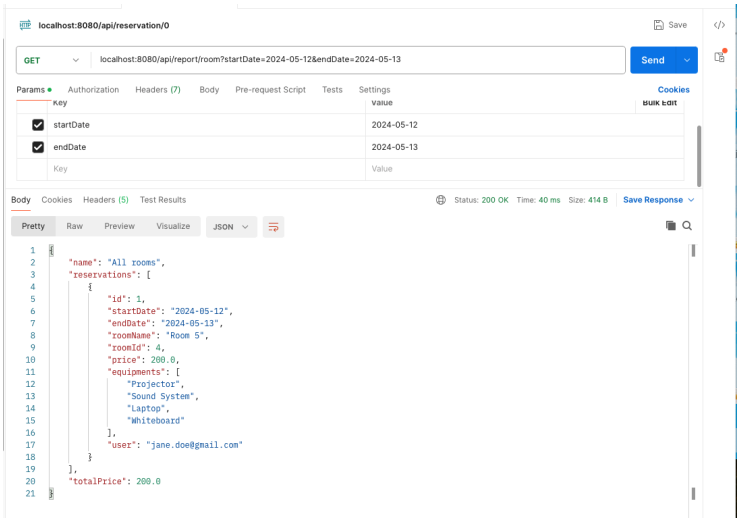
W powyższej metodzie używamy do pobrania pokoju funkcji z zastosowanym mechanizem pessimistic blocking, który blokuje dostęp do tego rekordu aż zakończy się ta transakcja.



5 Tworzenie raportów



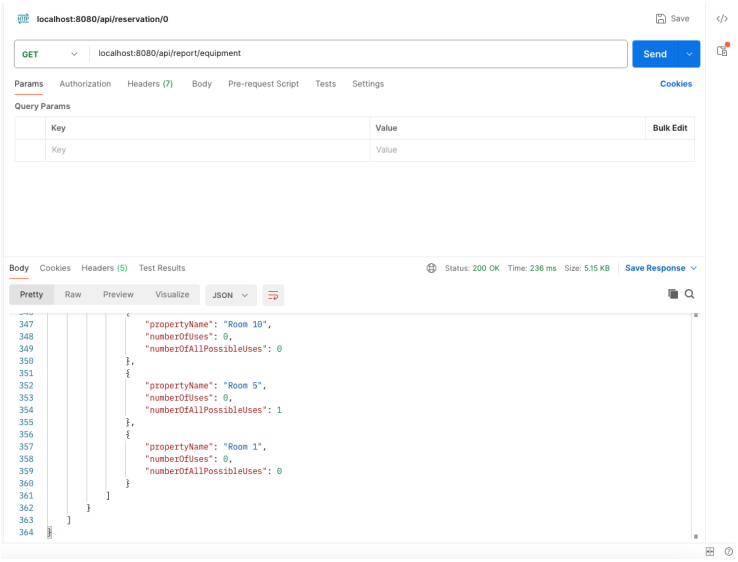
Rysunek 21: Raport rezerwacji pomiędzy danymi datami, wyświetla wszystkie rezerwacje i sumuje ceny rezerwacji



Rysunek 22: Wywołanie raportu

```
3 usages  Wenszel
@Transactional(readOnly = true)
public EquipmentReportResponse getEquipmentReport() {
    EquipmentReportResponse response = new EquipmentReportResponse();
    List<Room> rooms = roomRepository.findAll();
    List<Equipment> equipments = equipmentRepository.findEquipmentsWithReservationsAndCategoriesAndRooms();

    equipments.forEach(equipment -> {
        EquipmentReportResponse.EquipmentReport equipmentReport = new EquipmentReportResponse.EquipmentReport();
        equipmentReport.setEquipmentName(equipment.getName());

        Map<Room, Long> numberOfEquipmentReservationsPerRoom = getNumberOfEquipmentReservationsPerRoom(equipment);

        rooms.stream() Stream<Room>
                .map(room -> getRoomStats(room, numberOfEquipmentReservationsPerRoom.getOrDefault(room, defaultValue: 0L)))
                .forEach(equipmentReport::addRoomUsageStats);

        Map<Category, Long>  categoriesUsages = getNumberOfEquipmentReservationsPerCategory(equipment);
        List<Category> categories = equipment.getRooms().stream().map(Room::getCategories).flatMap(Set::stream).toList();
        categories.forEach(category -> {
            if (!categoriesUsages.containsKey(category)) {
                categoriesUsages.put(category, 0L);
            }
        });

        categoriesUsages.entrySet().stream() Stream<Entry<...>>
                .map(entry -> getCategoryStats(entry.getKey(), entry.getValue(), equipment)) Stream<UsageStats>
                .forEach(equipmentReport::addCategoryUsageStats);

        response.addEquipmentReport(equipmentReport);
    });
    return response;
}
```

Rysunek 23: Raport dla danego urządzenia. Generuje statystyki ile razy zostało użyte dane urzadzenie w danej sali, a ile razy mogło być użyte oraz analogicznie dla danych kategorii sal



Rysunek 24: Wynik raportu urządzenia

6 Testowanie

Testowanie operacji na bazie danych umożliwia nam obiekt TestEntityManager oraz adnotacja @DataJpaTest, dzięki nim tworzona jest osobna baza danych w pamięci, na której wykonywane są testy.

```
Wenszel
@DataJpaTest
public class RoomRepositoryTests {
    @Autowired
    private TestEntityManager entityManager;

    @Autowired
    private RoomRepository roomRepository;

    11 usages
    private Room room;

    Wenszel
    @BeforeEach
    void setUp() {
        room = new Room();
        entityManager.persist(room);

        Reservation reservation = new Reservation();
        reservation.setRoom(room);
        reservation.setStartDate(Date.valueOf(LocalDate.of( year: 2024,  month: 6,  dayOfMonth: 1)));
        reservation.setEndDate(Date.valueOf(LocalDate.of( year: 2024,  month: 6,  dayOfMonth: 10)));
        entityManager.persist(reservation);
    }

    Wenszel
    @Test
    void givenNoOverlappingReservation_whenCheckingAvailability_thenRoomIsAvailable() {
        boolean isAvailable = roomRepository.isRoomAvailable(
                room.getId(),
                Date.valueOf(LocalDate.of( year: 2024,  month: 6,  dayOfMonth: 11)),
                Date.valueOf(LocalDate.of( year: 2024,  month: 6,  dayOfMonth: 15))
        );
        Assertions.assertTrue(isAvailable);
    }
```