

Primus Backend

Backend systemu **Primus Inter Pares 2026** – serce inteligentnego systemu zarządzania magazynem (WMS). Aplikacja realizuje logikę biznesową, zarządza stanem magazynowym zgodnie z zasadą FIFO, integruje usługi AI/IoT oraz zapewnia bezpieczeństwo danych.

Pełna dokumentacja projektu: [Primus Docs](#)

Dokumentacja API (Swagger): [Github pages](#) (lub dostępna lokalnie po uruchomieniu w trybie local /docs)

Architektura

System został zaprojektowany jako **Modularny Monolit** z elementami architektury sterowanej zdarzeniami (Event-Driven) do obsługi IoT i zadań w tle.

Kluczowe komponenty:

- **API Layer (FastAPI):** Obsługa żądań HTTP, walidacja danych (Pydantic), autoryzacja (OAuth2).
 - **Service Layer:** Izolowana logika biznesowa (np. `AllocationService`, `StockService`, `ReportService`).
 - **Worker (Celery):** Asynchroniczne przetwarzanie zadań (generowanie raportów PDF, backupy, trening AI).
 - **IoT Integration (MQTT/Redis):** Odbiór i analiza danych z sensorów w czasie rzeczywistym.
-

Realizacja Wymagań Specyfikacji

Backend realizuje wszystkie punkty wyszczególnione w regulaminie zawodów:

1. Definiowanie Magazynu ([api/v1/endpoints/rack_CRUD.py](#))

- **Model Regału:** Obsługa regałów o wymiarach MxN (elementy).
- **Parametry:** Przechowywanie limitów temperatury (min/max), wagi (kg) oraz wymiarów (mm) dla każdego regału.
- **Import CSV:** Masowe dodawanie regałów z plików CSV.

2. Definiowanie Asortymentu ([api/v1/endpoints/product_definition_CRUD.py](#))

- **Karta Produktu:** Nazwa, kod kreskowy/QR, zdjęcie, wymogi temperaturowe, waga, wymiary, termin ważności (dni).
- **Flagi Specjalne:** Obsługa produktów niebezpiecznych (ADR) i kruchych.
- **Import CSV:** Szybkie wprowadzanie katalogu produktów.

3. Przyjmowanie Asortymentu (Inbound)

- **Inteligentna Alokacja (`AllocationService`):**
 - Algorytm automatycznie wyszukuje najlepsze miejsce składowania.

- **Kryteria:** Zgodność temperatur, wymiary slotu vs produktu, limit udźwigu regału.
- **Walidacja:** Blokada umieszczenia produktu, jeśli żaden regał nie spełnia wymogów (zgodnie z specyfikacją).
- **Rejestracja:** Zapis czasu przyjęcia i operatora.

4. Zdejmowanie Asortymentu (Outbound - FIFO)

- **Algorytm FIFO (StockService):** System wymusza wydanie najstarszej partii danego asortymentu (sortowanie po `entry_date`).
- **Blokada:** Nie pozwala na wydanie nowszego towaru, jeśli starszy jest dostępny (chyba że w trybie awaryjnym administratora).

5. Monitorowanie i Alerty (IoT & Tasks)

- **Terminy Ważności:**
 - *Warning:* Automatyczne powiadomienia o zbliżającym się końcu ważności (`AlertService`).
 - *Expired:* Blokada wydania i alert dla produktów przeterminowanych.
- **Monitoring Środowiskowy (IoT):**
 - Integracja z czujnikami temperatury i wagi (przez MQTT).
 - Wykrywanie anomalii: Przekroczenie zakresu temperatur dla danego regału lub niezgodność wagi (kradzież).

6. Wizualizacja

- Backend dostarcza strukturę danych (JSON) reprezentującą siatkę magazynu (MxN) wraz ze stanem zajętości slotów, co pozwala frontendowi na renderowanie interaktywnej mapy.

7. AI i Voice (`api/v1/endpoints/ai.py`, `api/v1/endpoints/voice.py`)

- **Rozpoznawanie Obrazu (YOLO):** Identyfikacja produktów na podstawie zdjęć (np. uszkodzony kod kreskowy). Backend obsługuje trenowanie modelu na nowych danych (Continuous Learning).
- **Asystent Glosowy (LLM):** Przetwarzanie języka naturalnego (NLP) do sterowania systemem (np. “Zdejmij Mleko”, “Przyjmij Mleko”, “Wygeneruj raport”).

8. Raportowanie (`api/v1/endpoints/reports.py`)

- Generowanie plików **PDF** w tle (Celery) (`ReportService`):
 - Raport kończący się datą ważności.
 - Raport przekroczeń temperatur (historia incydentów).
 - Pełna inwentaryzacja (Audit Log).

9. Backupy i Bezpieczeństwo (`api/v1/endpoints/backups.py`)

- **Szyfrowane Backupy:** Zrzuty bazy danych są szyfrowane algorymem **AES-128 (Fernet)** przed zapisem (`BackupService`).
- **Harmonogram:** Automatyczne tworzenie kopii (np. codziennie w nocy).

- **Odzyskiwanie:** Możliwość przywrócenia stanu magazynu z wybranego pliku backupu.

10. Użytkownicy i Uprawnienia

- **Role:**

- **Administrator:** Pełny dostęp, zarządzanie magazynem i użytkownikami.
 - **Magazynier:** Operacje przyjęcia/wydania, podgląd stanu.
 - **Bezpieczeństwo:** Hasła hashowane (`bcrypt`), uwierzytelnianie **OAuth2 + JWT**.
 - **2FA:** Obsługa dwuskładnikowego uwierzytelniania (TOTP - Google Authenticator).
-

Stos Technologiczny

| Kategoria | Technologia | Zastosowanie |
|----------------------|---------------------------|-----------------------------------|
| Język | Python 3.11 | Główny język aplikacji |
| Framework | FastAPI | Wydajne, asynchroniczne API |
| Baza Danych | PostgreSQL 15 | Przechowywanie danych relacyjnych |
| ORM | SQLAlchemy 2.0 (Async) | Mapowanie obiektowo-relacyjne |
| Migracje | Alembic | Zarządzanie schematem bazy danych |
| Zadania w tle | Celery + Redis | Raporty, backupy, AI |
| AI/ML | PyTorch + Ultralytics | Detekcja obiektów (YOLOv8) |
| IoT | Paho MQTT | Komunikacja z sensorami |

Uruchomienie

Docker (Zalecane)

Cała infrastruktura jest definiowana w repozytorium [primus-infra](#). Aby uruchomić backend w kontenerze:

Lokalnie (Development)

Wymagane: Python 3.11+, Poetry

1. Instalacja zależności:
2. Uruchomienie serwera deweloperskiego:

API dostępne pod adresem: `http://localhost:8000`

Testy Wydajnościowe

Projekt zawiera scenariusze testowe oparte o narzędzie **Locust**, pozwalające na symulację dużego obciążenia zgodnie z wymaganiami konkursowymi.

Uruchomienie testów

Panel sterowania dostępny pod: `http://localhost:8089` Or directly inspect the `locust-file.py`.

Scenariusze testowe

1. **Import Masowy (CSV)**: Test wydajności wczytywania 5000+ definicji produktów.
2. **Obciążenie Alokacji**: Symulacja równoległych przyjęć towaru przez wielu magazynierów.
3. **Raportowanie**: Generowanie ciężkich raportów PDF przy dużym obciążeniu bazy.
4. **AI Queue**: Kolejkowanie zadań rozpoznawania obrazu.