

Opis Rozwiązania — System Magazynowy

"Primus Inter Pares 2026"

Spis Treści

- [1. Wprowadzenie](#)
- [2. Architektura Systemu](#)
 - [2.1 Diagram Komponentów](#)
 - [2.2 Stos Technologiczny](#)
- [3. Moduły Systemu](#)
 - [3.1 Backend \(FastAPI\)](#)
 - [3.2 Worker \(Celery\)](#)
 - [3.3 Frontend Web \(React + Vite\)](#)
 - [3.4 Aplikacja Mobilna \(React Native\)](#)
 - [3.5 Warstwa IoT](#)
 - [3.6 Baza Danych i Cache](#)
- [4. Model Danych](#)
- [5. Realizacja Wymagań](#)
- [6. Bezpieczeństwo](#)
- [7. Wdrożenie i Uruchamianie](#)

1. Wprowadzenie

System zarządzania magazynem "Primus Inter Pares 2026" jest kompleksową platformą do kontroli przestrzeni magazynowej z automatyczną alokacją miejsc, monitorowaniem środowiska w czasie rzeczywistym oraz zaawansowanym systemem raportowania.

Główne cechy systemu:

Funkcjonalność	Opis
Zarządzanie regałami	Pełny CRUD z importem CSV
Katalog produktów	Definicje asortymentu z parametrami przechowywania
Inteligentna alokacja	Automatyczne dopasowanie miejsca wg wymagań temperaturowych, wagowych i wymiarowych
System FIFO	Wydawanie towaru zgodnie z kolejnością przyjęcia
Monitorowanie IoT	Odczyty temperatury i wagi w czasie rzeczywistym
System alertów	Powiadomienia o przekroczeniach parametrów
Raportowanie PDF	Generowanie raportów inwentaryzacji i ważności
Backupy szyfrowane	Harmonogramowane i manualne kopie zapasowe
Rozpoznawanie obrazów	AI do identyfikacji produktów (YOLO)

2. Architektura Systemu

Typ architektury: Hybrid Event-Driven Modular Monolith (IoT Ready)

System składa się z 10+ kontenerów Docker, realizujących wszystkie wymagania funkcjonalne i niefunkcjonalne.

2.1 Diagram Komponentów

```
graph TD
    subgraph CLIENTS ["WARSTWA KLIENCKA"]
        WEB["Frontend Web<br/>React + Vite"]
        MOB["Aplikacja Mobilna<br/>React Native + Expo"]
    end

    subgraph GATEWAY ["BRAMA"]
        NGX["NGINX<br/>TLS Termination"]
    end

    subgraph CORE ["WARSTWA APLIKACJI"]
        API["Backend API<br/>FastAPI"]
        WORK["Worker<br/>Celery + Beat"]
        LLM["Ollama<br/>Asystent LLM"]
    end

    subgraph IOT ["WARSTWA IoT"]
        MQTT["Mosquitto<br/>MQTT Broker"]
        SENS["Mock Sensor<br/>Streamlit"]
        LIST["MQTT Listener<br/>Async Python"]
    end

    subgraph DATA ["WARSTWA DANYCH"]
        PG["PostgreSQL"]
        RD["Redis"]
        S3["MinIO"]
    end

    WEB -->|HTTPS| NGX
    MOB -->|HTTPS| NGX
    NGX --> API

    API --> PG
    API -->|TLS| RD
    API --> S3
    API --> LLM

    WORK --> PG
    WORK -->|TLS| RD
```

```
WORK --> S3  
API -.-> WORK
```

```
SENS -->|TLS| MQTT  
LIST -->|TLS| MQTT  
LIST -->|TLS| RD  
LIST --> API
```

Połączenia bez oznaczenia TLS/HTTPS (np. API → PostgreSQL, API → MinIO) zachodzą wyłącznie w izolowanej sieci wewnętrznej Docker i nie są narażone na ruch zewnętrzny.

2.2 Stos Technologiczny

Warstwa	Technologie
Frontend Web	React 18, TypeScript, Vite, Tailwind CSS, shadcn/ui
Aplikacja Mobilna	React Native 0.81, Expo 54, TypeScript, NativeWind (Tailwind)
Backend	Python 3.12, FastAPI, SQLAlchemy 2.0 (async), Alembic
Worker	Celery + Celery Beat (harmonogram)
AI/ML	YOLOv8 (rozpoznawanie obrazów), Ollama (asystent głosowy)
Baza danych	PostgreSQL 15
Cache/Broker	Redis (z TLS)
Storage	MinIO (bucket: product-images, reports, backups, datasets, models)
IoT	Eclipse Mosquitto (MQTT z TLS)
Proxy	NGINX z auto-generowanymi certyfikatami TLS
Kontenery	Docker Compose

3. Moduły Systemu

3.1 Backend (FastAPI)

Endpointy API (/api/v1/):

Moduł	Lokalizacja	Opis
Autentykacja	auth.py	Login, 2FA (TOTP), zarządzanie tokenami JWT
Użytkownicy	users.py	CRUD użytkowników, role Admin/Warehouseman
Regały	rack_CRUD.py	CRUD regałów, import CSV, wizualizacja
Produkty	product_definition_CRUD.py	CRUD katalogu produktów, import CSV, upload zdjęć

Przyjęcie towaru	<code>stock_inbound.py</code>	Skanowanie kodu, alokacja miejsca, potwierdzenie
Wydanie towaru	<code>stock_outbound.py</code>	FIFO, rezerwacja, potwierdzenie wydania
Alerty	<code>alerts.py</code>	Lista alertów, oznaczanie jako rozwiązane
Raporty	<code>reports.py</code>	Generowanie i pobieranie raportów PDF
Backupy	<code>backups.py</code>	Tworzenie, listowanie, przywracanie backupów
AI	<code>ai.py</code>	Rozpoznawanie produktów, trening modelu, upload danych
Voice	<code>voice.py</code>	Przetwarzanie komend głosowych

Kluczowe serwisy:

- **AIService** — system rozpoznawania produktów oparty na YOLO (v8/v11):
 - Używa modelu klasyfikacji do identyfikacji asortymentu na podstawie zdjęć. [`ai.py`](#)
 - **Uczenie na podstawie feedbacku**: system gromadzi zdjęcia z błędnych predykcji (feedback użytkownika) w dedykowanym zbiorze danych.
 - **Automatyczny Retrenig**: Worker cyklicznie (lub na żądanie) dotrenowuje model na nowych danych, publikuje ulepszone wagi (`best.pt`) i rozsyła sygnał reoladu do wszystkich instancji workera (jeśli w przeszłości będzie ich więcej niż jedna) przez Redis. [`ai_tasks.py`](#)
- **AllocationService** — inteligentny algorytm alokacji miejsca z uwzględnieniem:
 - Wymagań temperaturowych produktu vs zakres regału
 - Wymiarów produktu vs sloty regału
 - Limitu wagi całkowitej regału
 - Klas rotacji ABC (produkty A bliżej wyjścia)
 - Implementacja: [`allocation_service.py`](#)
- **UserService** — zarządzanie tożsamością i dostępem:
 - Obsługa bezpiecznego hashowania haseł i weryfikacji 2FA.
 - Implementacja wieloetapowego procesu rejestracji (wniosek -> weryfikacja -> aktywacja).
 - Implementacja: [`user_service.py`](#)
- **BackupService** — tworzenie szyfrowanych backupów (AES/Fernet):
 - Zrzut bazy danych PostgreSQL (`pg_dump`)
 - Archiwizacja plików z MinIO
 - Szyfrowanie i upload do bucketu `backups`
 - Implementacja: [`backup_service.py`](#)
- **VoiceService** — przetwarzanie komend głosowych przez LLM:
 - Parsowanie intencji (dodaj/usuń produkt, generuj raport)
 - Wsparcie dla Ollama (lokalny LLM) lub OpenAI
 - Implementacja: [`voice_service.py`](#)

Wszystkie serwisy backendowe znajdują się w repozytorium [primus-backend](#)

Proces Zatwierdzania Użytkowników:

System implementuje rygorystyczną politykę bezpieczeństwa dla nowych kont:

- Wniosek o rejestrację:** Nowy użytkownik przesyła swoje dane (login, email, hasło) przez punkt `/request_register`.
- Status PENDING:** Konto jest tworzone z flagą `is_active=False`. Użytkownik nie może się zalogować.
- Powiadomienie Adminka:** Administrator widzi listę oczekujących wniosków w panelu zarządzania użytkownikami.
- Decyzja Adminka:**
 - Approve:** Konto zostaje aktywowane (`is_active=True`), co umożliwia logowanie i konfigurację 2FA.
 - Reject:** Dane użytkownika są trwale usuwane z systemu.

3.2 Worker (Celery)

Worker realizuje zadania w tle:

Zadanie	Plik	Funkcja
Raporty PDF	report_tasks.py	Generowanie raportów ważności, temperatur, inwentaryzacji
Backupy	backup_tasks.py	Cykliczne tworzenie backupów wg harmonogramu
Import CSV	csv_import.py	Asynchroniczny import dużych plików
AI	ai_tasks.py	Trenowanie modelu YOLO na danych użytkownika oraz predykcja produktów
Statystyki	product_stats_tasks.py	Przeliczanie statystyk rotacji

Harmonogram (Celery Beat):

- Raporty: konfigurowalna godzina (np. 6:00 codziennie)
- Backupy: konfigurowalna godzina (np. 2:00 codziennie)

3.3 Frontend Web (React + Vite)

Aplikacja webowa napisana w TypeScript z użyciem nowoczesnych narzędzi:

Główne widoki:

Strona	Opis
Login	Formularz logowania z obsługą 2FA
Dashboard (Admin)	Wizualizacja magazynu — siatka regałów z stanem zapełnienia
Dashboard (Worker)	Uproszczony widok do skanowania i wydawania
Definicje produktów	CRUD produktów z uploadem zdjęć
Definicje regałów	CRUD regałów z importem CSV

Raporty	Lista i pobieranie wygenerowanych PDF
Backupy	Tworzenie i przywracanie kopii zapasowych
Użytkownicy	Zarządzanie kontami (tylko Admin)
Alerty	Przegląd i zarządzanie alertami
AI Admin	Panel zarządzania modelem rozpoznawania
Profil	Zmiana hasła, konfiguracja 2FA

Komponenty:

- **RackCardGrid** — interaktywna wizualizacja regałów (siatka MxN)
- **ImportRacksModal / ImportProductsModal** — upload i podgląd CSV
- **Scanner** — obsługa skanera kodów (kamerka lub ręczne wpisanie)
- **VoiceCommand** — integracja z Web Speech API

3.4 Aplikacja Mobilna (React Native)

Natywna aplikacja mobilna dla magazynierów, zoptymalizowana pod kątem pracy w terenie:

Technologie:

Kategoria	Biblioteka
Framework	React Native 0.81 + Expo 54
Routing	Expo Router (file-based)
Stylowanie	NativeWind (Tailwind CSS)
HTTP Client	Axios
State Management	TanStack React Query
Bezpieczeństwo	Expo Secure Store (tokeny JWT)
Kamera	Expo Camera (skanowanie kodów)
Rozpoznawanie mowy	@react-native-voice/voice

Ekrany aplikacji (app/):

Ekran	Ścieżka	Opis
Login	(auth)/	Logowanie z bezpiecznym przechowywaniem tokena
Home	(protected)/home	Panel główny z przyciskami akcji i asystentem głosowym
Przyjęcie towaru	(protected)/actions/receive	Skanowanie kodu → alokacja → potwierdzenie

Wydanie towaru	(protected)/actions/pick-up	Skanowanie kodu → FIFO → potwierdzenie
Rozpoznawanie AI	(protected)/actions/ai-recognition	Robienie zdjęcia → identyfikacja produktu przez YOLO
Raporty	(protected)/actions/reports	Generowanie i pobieranie raportów PDF

Asystent Głosowy [VoiceAssistant.tsx](#) :

Komponent umożliwiający sterowanie aplikacją głosowo:

1. **Nagrywanie głosu** — `@react-native-voice/voice` z lokalizacją polską (`pl-PL`)
2. **Przetwarzanie** — wysłanie tekstu do backend LLM
3. **Akcje** — parsowanie intencji i nawigacja do odpowiedniego ekranu:
 - "Przyjmij mleko" → przekierowanie do `/actions/receive` z parametrami
 - "Wydaj lody" → przekierowanie do `/actions/pick-up`
 - "Wygeneruj raport ważności" → przekierowanie do `/actions/reports`

Rozpoznawanie AI

Funkcja umożliwiająca szybką identyfikację produktu za pomocą kamery w urządzeniu mobilnym:

1. **Przechwycenie obrazu**: Aplikacja wykonuje zdjęcie (biblioteka `expo-camera`).
2. **Analiza serwerowa**: Obraz jest przesyłany jako multipart/form-data na endpoint `POST /api/v1/ai/predict` .
3. **Predykcja YOLO**:
 - Backend przetwarza obraz przez model YOLOv8 (uruchomiony w `AIService`).
 - Zwraca najbardziej prawdopodobny produkt wraz z oceną pewności (confidence score).
4. **Akcja użytkownika**:
 - Jeśli pewność > 80%, aplikacja automatycznie przechodzi do szczegółów produktu.
 - W przeciwnym razie wyświetla listę sugerowanych produktów do wyboru.
5. **Continuous Learning (Pętla zwrotna)**:
 - Jeśli użytkownik ręcznie skoryguje błędą predykcję, zdjęcie jest oznaczane jako "True Positive" dla wybranego produktu.
 - Trafia do zbioru treningowego w MinIO (`datasets/re-train/`) celem douszczania modelu przez Workera.

Uruchamianie aplikacji mobilnej:

Dokładne instrukcje instalacji znajdują się w pliku [README.md](#) w repozytorium [primus-mobile](#).

3.5 Warstwa IoT

MQTT Broker (Mosquitto)

- Port 8883 (TLS) dla bezpiecznej komunikacji
- Topiki: `sensors/{rack_id}/temperature` , `sensors/{rack_id}/weight`

Mock Sensor (Streamlit)

Aplikacja symulująca czujniki fizyczne:

- Wysyła odczyty temperatury i wagę do MQTT

- Panel kontrolny do generowania anomalii (test alertów)
- Logowanie do systemu backend dla autoryzacji

MQTT Listener

Mikroserwis nasłuchujący MQTT:

- Zapisuje aktualne odczyty w Redis (cache "live state")
- Wykrywa anomalie (przekroczenie temperatur, nieautoryzowane zdjęcie wagi)
- Tworzy alerty w bazie danych poprzez API backend

3.6 Baza Danych i Cache

PostgreSQL

Główna baza relacyjna z tabelami:

- `users` , `racks` , `product_definitions` , `stock_items` , `alerts` , `product_stats`

Redis

Wielofunkcyjny:

- **Cache** — aktualne odczyty czujników (temperatura, waga per regał)
- **Broker** — kolejka zadań Celery
- **Sesje** — tymczasowe rezerwacje alokacji (pending slot claims)

MinIO

Object storage dla plików binarnych:

- `product-images/` — zdjęcia produktów
- `reports/` — wygenerowane PDF
- `backups/` — zaszyfrowane archiwia backupów
- `datasets/` — dane treningowe dla AI
- `models/` — wagi modelu YOLO

4. Model Danych

Diagram ERD



Diagram wyeksportowany z dbdiagram.io.

Kluczowe pola:

- `UNIQUE(rack_id, position_row, position_col)` na `stock_items` — zapobiega kolizji fizycznej
- FIFO realizowane przez sortowanie po `entry_date ASC`
- `expiry_date` obliczane jako `entry_date + product.expiry_days`

5. Realizacja Wymagań

Poniższa tabela mapuje wymagania z regulaminu na komponenty systemu:

#	Wymaganie	Realizacja
1a	Dodawanie regałów	POST /api/v1/racks/ + RackFormModal
1b	Edycja regałów	PUT /api/v1/racks/{id}
1c	Usuwanie regałów	DELETE /api/v1/racks/{id}
1d	Import CSV regałów	POST /api/v1/racks/import + parser CSV
2a	Definiowanie asortymentu	POST /api/v1/products/ + formularz z uploadem zdjęcia
2b	Import CSV produktów	POST /api/v1/products/import
3a-c	Przyjmowanie towaru	AllocationService.allocate_item() — walidacja, alokacja, komunikat
4a-b	Zdejmowanie towaru (FIFO)	StockService.outbound_stock_item_*() Z ORDER BY entry_date ASC
5a	Przypomnienia o zbliżającym się terminie	Celery Beat → generate_expiry_report + alerty EXPIRY_WARNING
5b	Przypomnienia o przekroczonym terminie	Alerty EXPIRY generowane przez scheduled task
5c	Monitoring wagi	MQTT Listener → porównanie expected_weight vs actual_weight → alert WEIGHT
6	Wizualizacja magazynu	RackCardGrid — interaktywna siatka regałów
7a	Rozpoznawanie obrazów	AIService.predict() z modelem YOLOv8
7b	Asystent głosowy	VoiceService + Web Speech API + Ollama/OpenAI
8a	Raport kończących się dat	ReportService.generate_expiry_pdf()
8b	Raport przekroczeń temperatur	ReportService.generate_temp_pdf()
8c	Pełna inwentaryzacja	ReportService.generate_audit_pdf()
9a	Backup harmonogramowany	Celery Beat → BackupService.create_backup()
9b	Przywracanie backupu	BackupService.restore_backup()
10a	Szyfrowane połączenia	NGINX z TLS, Redis TLS, MQTT TLS
10b	Szyfrowane backupy	Fernet (AES-128)
10c	Hasła hashowane	bcrypt via passlib
11a	Zarządzanie użytkownikami	UserService + endpointy /users/
11b	Logowanie	AuthService.authenticate() + JWT
11c	2FA	TOTP via pyotp + QR kod setup

6. Bezpieczeństwo

Szyfrowanie w Tranzycie

Komponent	Protokół	Implementacja
Frontend ↔ Backend	HTTPS	NGINX z self-signed certs (auto-generowane)
Redis	TLS 6379	rediss:// URL + certyfikaty
MQTT	TLS 8883	Mosquitto z certyfikatami

Szyfrowanie Danych

- **Backupy:** szyfrowane AES-128 (Fernet) przed uploadem do MinIO
- **Hasła:** bcrypt hash, nigdy nie przechowywane w plaintekście

Uwierzytelnianie

1. **Login podstawowy:** login + hasło → JWT access token
2. **2FA (opcjonalne):** TOTP (Google Authenticator) po pierwszym logowaniu
3. **Role:** ADMIN (pełny dostęp) vs WAREHOUSEMAN (operacje magazynowe)

Autoryzacja

- Middleware weryfikujący JWT na każdym requeście
- Dekoratory sprawdzające rolę użytkownika
- Session-based claims w Redis dla operacji dwuetapowych (alokacja)

7. Wdrożenie i Uruchamianie

Dokładne instrukcje uruchamiania całego systemu (stack Docker Compose) znajdują się w pliku [README.md](#) w repozytorium [primus-infra](#).