## Dokumentacja Funkcjonalna i Architektoniczna: System MES Parafina

Wersja: 1.0  
Data: 2025-08-16

### 1. Wprowadzenie i Główne Koncepcje

Niniejszy dokument opisuje logikę biznesową i architekturę systemu MES (Manufacturing Execution System) przeznaczonego do zarządzania procesem produkcji i oczyszczania parafiny. System ma na celu cyfryzację, automatyzację i śledzenie wszystkich kluczowych operacji produkcyjnych.

#### 1.1. Kluczowe Byty Systemu

System opiera się na kilku fundamentalnych obiektach, które modelują fizyczne i logiczne elementy procesu:

* Partia Pierwotna ( Niezmienny, atomowy "wsad" surowca o znanym pochodzeniu, typie i wadze. Reprezentuje fizyczną dostawę z cysterny lub pojedynczy, kompletny transfer z wytapiarki Apollo. Partia Pierwotna jest tylko "cegiełką" i służy do śledzenia pochodzenia (traceability).
* Mieszanina ( Główny obiekt biznesowy w systemie. Reprezentuje całą, aktualną zawartość jednego zbiornika (reaktora lub beczki). Mieszanina jest dynamicznym bytem, który ewoluuje w trakcie procesu. Składa się z jednej lub więcej Partii Pierwotnych. Posiada własny cykl życia, historię operacji i unikalny skład procentowy.
* Operacja ( Zapis każdej intencjonalnej akcji wykonanej w systemie, która zmienia stan Mieszaniny lub Sprzętu (np. transfer, dobielanie, filtracja, dmuchanie).
* Sprzęt ( Cyfrowa reprezentacja fizycznej fabryki, włączając w to reaktory, filtry, beczki, zawory i rurociągi (segmenty). System PathFinder wykorzystuje ten model do znajdowania tras dla operacji.
* Zasób Globalny: Reprezentuje element infrastruktury, który może być używany tylko przez jedną operację w danym momencie (np. system sprężonego powietrza). Modelowany jest jako "wirtualny" rekord w tabeli Sprzet.

### 2. Opis Procesów Biznesowych i Cyklu Życia Mieszaniny

#### 2.1. Pozyskiwanie Surowca i Tworzenie Partii Pierwotnych

1. Transfer z Apollo: Operator podaje rzeczywistą, przelaną ilość surowca. System porównuje ją z prognozą, loguje ewentualną rozbieżność w AuditTrail i tworzy nową Batch o zadanym typie i wadze.
2. Rozładunek Cysterny: Operator rejestruje dostawę, podając typ surowca, wagę i dane dostawy. System tworzy nową Batch.
3. Magazynowanie w Beczkach Brudnych: Stworzona Batch jest "tankowana" (logicznie) do wybranej beczki brudnej za pomocą BatchManagementService.tank\_into\_dirty\_tank.
   * Jeśli beczka jest pusta, tworzona jest w niej nowa TankMix.
   * Jeśli w beczce jest już TankMix, nowa Batch jest dodawana jako kolejny składnik, a skład procentowy Mieszaniny jest aktualizowany.
   * Dozwolone jest mieszanie różnych typów surowców. System musi ostrzegać operatora przed pierwszym zmieszaniem różnych typów w jednym zbiorniku.

#### 2.2. Cykl Życia Mieszaniny w Reaktorze

Mieszanina w reaktorze (TankMix) przechodzi przez serię zdefiniowanych stanów, które dyktują, jakie akcje są dozwolone.

* Stany Procesu (
  + SUROWY: (Domyślny) Mieszanina świeżo zatankowana z magazynu brudnego.
  + PODGRZEWANY: W trakcie osiągania temperatury roboczej.
  + DOBIELONY\_OCZEKUJE: Dodano ziemię bielącą, mieszanina czeka na rozpoczęcie cyklu filtracji typu "Placek".
  + FILTRACJA\_PLACEK\_KOŁO: Cyrkulacja w obiegu zamkniętym w celu budowy placka (30 min).
  + FILTRACJA\_PRZELEW: Transfer przez filtr do innego, pustego reaktora.
  + FILTRACJA\_KOŁO: Cyrkulacja w obiegu zamkniętym po przelewie (15 min).
  + OCZEKUJE\_NA\_OCENE: Zakończono cykl, pobrano próbkę, system czeka na decyzję operatora (10 min na stygnięcie).
  + ZATWIERDZONA: Ocena pozytywna, Mieszanina gotowa do wysłania do magazynu czystego.
  + ZATWIERDZONA\_OCZEKUJE\_NA\_TRANSFER: Jw., ale rurociąg jest zajęty.
  + DO\_PONOWNEJ\_FILTRACJI: Ocena negatywna, Mieszanina wymaga dalszego przetwarzania.

#### 2.3. Kluczowe Operacje Procesowe

* 2.3.1. Zarządzanie Temperaturą i Palnikiem:
  + Każdy reaktor posiada palnik (Sprzet.stan\_palnika), którym operator steruje manualnie.
  + System symuluje zmianę temperatury w zależności od stanu palnika, używając szybkosc\_grzania\_c\_na\_minute i szybkosc\_chlodzenia\_c\_na\_minute.
  + System aktywnie monitoruje temperaturę i wysyła powiadomienia (przez Socket.IO) o osiągnięciu celu oraz monity z sugestiami (np. "Czy włączyć palnik po transferze?").
  + Wszystkie cykle grzania są logowane w historia\_podgrzewania w celu przyszłej analizy i treningu modelu predykcyjnego AI.
* 2.3.2. Dobielanie (Dodanie Ziemi Bielącej):
  + Reguła Biznesowa: Operacja jest zablokowana, jeśli temperatura\_aktualna < 110°C. Walidacja musi odbywać się po stronie GUI (nieaktywny przycisk) i serwera (logika w serwisie).
  + Operacja jest logowana w OperacjeLog, a licznik TankMix.bleaching\_earth\_bags\_total jest inkrementowany.
  + Status Mieszaniny zmienia się na DOBIELONY\_OCZEKUJE.
* 2.3.3. Proces Filtracji i Zarządzanie Filtrem:
  + Automatyzacja Wyboru Cyklu: System, na podstawie statusu DOBIELONY\_OCZEKUJE, automatycznie wie, czy rozpocząć Cykl 1 (Placek) czy Cykl 2 (Czysta Filtracja).
  + Stan Filtra: Filtr (Sprzet) posiada status filter\_cake\_status (CZYSTY lub PLACEK\_GOTOWY) oraz filter\_cake\_origin\_mix\_id, które śledzi, z której Mieszaniny pochodzi placek.
  + Silnik Reguł (Ostrzeżenia): Przed rozpoczęciem filtracji system waliduje zgodność typu surowca Mieszaniny z typem surowca placka na filtrze. W przypadku ryzyka niedozwolonej kontaminacji (na podstawie przeznaczenia partii), system wyświetla ostrzeżenie i wymaga potwierdzenia od operatora.
  + Śledzenie Kontaminacji: W przypadku dozwolonego mieszania na filtrze, system symuluje kontaminację, tworząc wirtualną Batch o typie RESZTKI\_FILTRACYJNE i dodając ją do Mieszaniny docelowej.
* 2.3.4. Ocena Jakości i Przepływ Pracy (
  + Po cyklu filtracyjnym Mieszanina przechodzi w stan OCZEKUJE\_NA\_OCENE.
  + Decyzja operatora ("OK" / "ZŁA") jest zapisywana w ProbkiOcena i działa jak wyzwalacz:
    - Wynik "OK": Mieszanina -> ZATWIERDZONA. System sprawdza dostępność rurociągu i automatycznie proponuje operację TRANSFER\_DO\_MAGAZYNU lub przechodzi w stan ZATWIERDZONA\_OCZEKUJE\_NA\_TRANSFER.
    - Wynik "ZŁA": Mieszanina -> DO\_PONOWNEJ\_FILTRACJI. System automatycznie inicjuje operację DMUCHANIE\_PO\_OCENIE.
* 2.3.5. Dmuchanie i Zarządzanie Wydmuchem:
  + Operacje DMUCHANIE\_\* i PRZEDMUCH\_\* wymagają wyłącznego dostępu do zasobu SYSTEM\_POWIETRZA. System blokuje możliwość uruchomienia drugiego dmuchania w tym samym czasie.
  + "Wydmuch" jest modelowany jako specjalny rodzaj Mieszaniny (, oznaczony flagą is\_wydmuch\_mix = True.
  + Do Mieszaniny wydmuchowej można dodawać kolejne wydmuchy lub tankować świeży surowiec. Dodanie świeżego surowca nie zmienia flagi is\_wydmuch\_mix.
  + Flaga is\_wydmuch\_mix jest resetowana do False dopiero po pierwszym udanym cyklu filtracyjnym tej Mieszaniny.
  + Reaktor z Mieszaniną wydmuchową nie może być celem dla standardowych transferów.

#### 2.4. Nazwa Wyświetlana Mieszaniny

* System musi przechowywać komponenty nazwy w ustrukturyzowanych polach w TankMixes i dynamicznie generować czytelną reprezentację w GUI.
* Format: GŁÓWNY\_SKŁAD (ID\_WHITEBOARD) HISTORIA\_OPERACJI (ZANIECZYSZCZENIA)
* GŁÓWNY\_SKŁAD: Generowany z main\_composition. Pokazuje tylko składniki > 1%, np. MIX(T10[78%], 19[18%]).
* HISTORIA\_OPERACJI: Na podstawie liczników, np. 4x 2xWYD.
* ZANIECZYSZCZENIA: Na podstawie wydmuch\_percentage i filter\_remains\_percentage, wyświetlane w sposób mniej eksponowany, np. (W[3%], F[1%]).

### 3. Model Danych (Kluczowe Zmiany i Nowe Tabele)

* Tabela
  + process\_status: String(50)
  + main\_composition: JSON
  + wydmuch\_percentage: DECIMAL(5, 2)
  + filter\_remains\_percentage: DECIMAL(5, 2)
  + filtration\_cycles\_count: Integer
  + wydmuch\_cycles\_count: Integer
  + bleaching\_earth\_bags\_total: Integer
  + whiteboard\_id: String(10)
  + is\_wydmuch\_mix: Boolean
* Tabela
  + szybkosc\_grzania\_c\_na\_minute: DECIMAL(5,2)
  + szybkosc\_chlodzenia\_c\_na\_minute: DECIMAL(5,2)
  + stan\_palnika: ENUM('WLACZONY', 'WYLACZONY')
  + filter\_cake\_status: String(50)
  + filter\_cake\_origin\_mix\_id: Integer (ForeignKey do TankMixes.id)
* Nowa Tabela
  + id, id\_sprzetu, id\_mieszaniny, czas\_startu, temp\_startowa, czas\_konca, temp\_koncowa, temperatura\_zewnetrzna, waga\_wsadu

### 4. Architektura i Interfejs Użytkownika

* Serwisy: Należy rozważyć stworzenie dedykowanych serwisów WorkflowService i OperationsService do obsługi logiki przepływu pracy i zarządzania operacjami.
* Socket.IO: Jest kluczowym elementem do realizacji powiadomień w czasie rzeczywistym i aktualizacji dashboardów.
* GUI/UX: Interfejs musi być zorientowany na zadania. Należy zaprojektować dedykowane piktogramy dla każdego stanu, procesu i typu sprzętu w celu poprawy czytelności.