

„Wirtualny asystent maszynisty z nawigatorem szlaku – przyszłość systemu bezpieczeństwa w transporcie kolejowym – Maszynista 5.1.” współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014 – 2020 (PO IR), Priorytet I: Wsparcie prowadzenia prac B+R przez przedsiębiorstwa, Poddziałanie 1.1.1: Badania przemysłowe i prace rozwojowe realizowane przez przedsiębiorstwa, nr Umowy POIR.01.01.01-00-1192/19-00 z dnia 16.07.2020 r.

Załącznik nr 1

OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA

**pk. Opracowanie interaktywnej metody opisu trackmapy wraz
z implementacją w konsoli i systemem zarządzania**

w ramach projektu *Wirtualny asystent maszynisty z nawigatorem szlaku – przyszłość systemu bezpieczeństwa w transporcie kolejowym – Maszynista 5.1.*” współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014 – 2020 (PO IR), Priorytet I: Wsparcie prowadzenia prac B+R przez przedsiębiorstwa, Poddziałanie 1.1.1: Badania przemysłowe i prace rozwojowe realizowane przez przedsiębiorstwa, nr Umowy POIR.01.01.01-00-1192/19-00 z dnia 16.07.2020 r.

Spis treści

Słownik pojęć.....	3
Wprowadzenie.....	5
1. Cel przedmiotu zamówienia.....	5
1.1. Zakres prac.....	5
2. Architektura systemu.....	9
2.1. Aktorzy oprogramowania WAM.....	12
2.2. Moduły funkcjonalne.....	13
2.2.1. Cyfrowa Biblioteka Dokumentów.....	13
2.2.2. Zdalny Komunikator Maszynisty.....	14
2.2.3. Zdalny System Serwisowy.....	15
2.2.4. Aplikacja Zarządzająca.....	17
2.2.5. Terminal Maszynisty.....	18
2.3. Technologie, metody i narzędzia.....	25
2.4. Bezpieczeństwo.....	26
2.4.1. Bezpieczeństwo w zakresie ochrony danych.....	27
3. Wymagania dotyczące realizacji przedmiotu zamówienia.....	30
3.1. Wymagania ogólne i techniczne.....	30
3.2. Wymagania w zakresie komunikacji.....	32

Słownik pojęć

Tabela 1 zawiera listę charakterystycznych dla przedmiotu zamówienia pojęć.

Tabela 1. Słownik pojęć stosowanych w treści dokumentu.

Pojęcie	Opis
Aktor	Użytkownik lub inny program komputerowy, z którym opisywany program komputerowy wchodzi w interakcję.
API	(z ang. <i>Application Programming Interface</i>) – interfejs programu komputerowego, zbiór reguł ściśle opisujący, w jaki sposób programy lub podprogramy komunikują się ze sobą.
AR	(z ang. <i>Augmented Reality</i>) – moduł rozszerzonej rzeczywistości.
AR Core	Zestaw programistyczny opracowany przez Google, który umożliwia tworzenie aplikacji w rzeczywistości rozszerzonej.
AR Kit	Zestaw programistyczny opracowany przez Apple, który umożliwia tworzenie aplikacji w rzeczywistości rozszerzonej.
ASVS	(z ang. <i>Application Security Verification Standard</i>) – dokument przygotowany przez OWASP zawierający <i>Standard Weryfikowania bezpieczeństwa aplikacji</i> .
CBD	Cyfrowa Biblioteka Dokumentów.
CI	(z ang. <i>Continuous Integration</i>) - praktyka stosowana w trakcie rozwoju oprogramowania, polegająca na częstym, regularnym integrowaniu bieżących zmian w kodzie do głównego repozytorium i każdorazowej weryfikacji zmian, poprzez zbudowanie projektu oraz wykonanie testów jednostkowych.
CRUD	(od ang. <i>Create, Read, Update, Delete</i>) - cztery podstawowe funkcje: tworzenia, odczytu, aktualizacji i usuwania danych w systemach komputerowych.
CSV	(z ang. <i>Comma Separated Values</i>) - format zapisu danych w pliku tekstowym oddzielonych przecinkami.
Digitalizacja	(od ang. <i>digital</i> – cyfrowy) - całość procesów prowadzących do przetwarzania materiałów analogowych na formę cyfrową.
DDD	(z ang. <i>Domain-Driven Development</i>) - podejście do tworzenia oprogramowania kładące nacisk na takie definiowanie obiektów i komponentów systemu oraz ich zachowania, aby wiernie odzwierciedlały rzeczywistość.
Eco driving	z ang. Jazda ekonomiczna.
ED&ML	(z ang. <i>Eco Driving and Machine Learning</i>) – moduł wyznaczania i optymalizacji algorytmów w dziedzinie jazdy ekonomicznej.
EDA	Elektroniczny Dziennik Aktualizacji oprogramowania Terminala Maszynisty.
EDS	Elektroniczny Dziennik Serwisowy oprogramowania Terminala Maszynisty.
Google Maps Business API	Zestaw profesjonalnych map opracowanych przez Google.
GPS	(z ang. <i>Global Positioning System</i>) – globalny system pozycyjny służący do określania pozycji geograficznej obiektów na Ziemi.

GUI	(z ang. <i>Graphical User Interface</i>) – graficzny interfejs użytkownika oprogramowania komputerowego.
HTTP	(z ang. <i>Hypertext Transfer Protocol</i>) - protokół przesyłania dokumentów w sieci WWW.
HTTPS	(z ang. <i>Hypertext Transfer Protocol Secure</i>) - szyfrowana wersja protokołu HTTP, zapobiegająca przechwytywaniu i zmienianiu przesyłanych danych.
JSON	(z ang. <i>JavaScript Object Notation</i>) - tekstowy format wymiany danych komputerowych.
OWASP	(z ang. <i>Open Web Application Security Project</i>) społeczność internetowa, która tworzy ogólnodostępne artykuły, metodologie, dokumentację, narzędzia i technologie z zakresu bezpieczeństwa aplikacji internetowych.
PDF	(z ang. <i>Portable Document Format</i>) – format zapisu dokumentów tekstowych w formie nieedytowalnej, zawierających tekst, grafikę oraz inne elementy.
REST	(z ang. <i>Representational state transfer</i>) – styl lekkiej, bezstanowej architektury oprogramowania komputerowego opartej o komunikację przez protokół HTTP.
RJ	Rozkazy Jazdy.
RWD	(z ang. <i>Responsive Web Design</i>) – technika umożliwiająca dostosowanie rozmiaru i zawartości witryny internetowej do rozmiarów ekranu, na którym jest ona wyświetlana.
SOLID	Akronim oznaczający pięć podstawowych zasad tworzenia kodu oprogramowania wytwarzanego w technice obiektowej.
SRJ	Służbowy Rozkład Jazdy.
TDD	(z ang. <i>Test-Driven Development</i>) – technika tworzenia oprogramowania komputerowego oparta o tworzenie testów.
UML	(z ang. <i>Unified Modeling Language</i>) zunifikowany, symboliczny język modelowania systemów informatycznych.
Unit Test	Test jednostkowy.
VoRe	(z ang. <i>Voice Recognition</i>) – moduł rozpoznawania i zamiany komend głosowych na wykonanie funkcji programu komputerowego.
VP	(z ang. <i>Video Processing</i>) – moduł przetwarzania obrazu wideo w celu wykrywania obiektów charakterystycznych.
WAM	Wirtualny Asystent Maszynisty.
WCAG	(z ang. <i>Web Content Accessibility Guidelines</i>) – zbiór zaleceń dla projektantów stron internetowych w zakresie ich dostępności dla osób niepełnosprawnych.
WebApp	(od ang. <i>Web Application</i> – aplikacja sieciowa) – program komputerowy dostępny poprzez przeglądarkę stron internetowych bez potrzeby instalacji na komputerze użytkownika.
WOC	Wykaz Ostrzeżeń Czasowych.
WOS	Wykaz Ostrzeżeń Stałych.
WRB	Wewnętrzny Raport Błędów Terminala Maszynisty WAM.
Wykonawca	Podmiot wyłoniony w trybie konkursowym, zobowiązany do realizacji przedmiotu zamówienia.

XLSX	(z ang. <i>XML Spreadsheet</i>) - rozszerzenie plików wykorzystywane m. in. przez program Microsoft Excel do obsługi arkuszy kalkulacyjnych.
XML	(z ang. <i>Extensible Markup Language</i>) - uniwersalny język znaczników przeznaczony do reprezentowania różnych danych w ustrukturyzowany sposób.
Zamawiający	Podmiot zlecający wykonanie przedmiotu zamówienia.
ZKM	Zdalny Komunikator Maszynisty.
ZSS	Zdalny System Serwisowy.

Wprowadzenie

Niniejszy dokument opisuje wymagania funkcjonalne oraz poza funkcjonalne stawiane rozwiązaniu, które są związane z wykonaniem Przedmiotu Zamówienia i są niezbędne do przygotowania oferty przez Wykonawcę w ramach prowadzonego postępowania.

1. Cel przedmiotu zamówienia

Celem Przedmiotu zamówienia jest opracowanie modelu oraz projektu technicznego, implementacja, opracowanie dokumentacji technicznej, wdrożeniowej oraz eksploatacyjnej programu komputerowego pełniącego rolę Wirtualnego Asystenta Maszynisty składu kolejowego zgodnie ze zdefiniowanymi przez Zamawiającego wymaganiami funkcjonalnymi oraz poza funkcjonalnymi zgodnie z określonym harmonogramem.

Realizacja i wdrożenie przedmiotu zamówienia nie mogą pogorszyć w żadnym aspekcie aktualnie funkcjonujących systemów wykorzystywanych przez Zamawiającego bądź systemów zewnętrznych z którymi komunikował się będzie system będący przedmiotem zamówienia, w szczególności funkcjonowania systemów wykorzystywanych w kolejnictwie.

1.1. Zakres prac

W ramach realizacji zamówienia Wykonawca jest zobowiązany do wykonania prac przedstawionych w tabeli 2. Odbiór każdej z prac będzie dokonany w formie pisemnej, po przeprowadzeniu przez Wykonawcę testów zakończonych powodzeniem i potwierdzonych pisemnym protokołem. Każde z zadań realizowanych w ramach prac musi zostać

udokumentowane w postaci szczegółowego opisu z wykorzystaniem języka naturalnego.

Tabela 2. Zakres prac w ramach realizacji przedmiotu zamówienia.

Symbol	Opis
PR.01	Opracowanie i implementacja metod klasyfikacji składów kolejowych w oparciu o parametry takie jak m. in. masa, długość, rodzaj przejazdu (pasażerski, towarowy), zastosowany typ hamulca.
PR.02	Implementacja metod wyznaczania krzywych technicznych przyśpieszania (w tym także ruszania) i hamowania (w tym także zwalniania) składu kolejowego, przy użyciu dostarczonych przez Zamawiającego modeli opartych o reguły kinematyki, dynamiki oraz metodach geometrii analitycznej.
PR.03	Implementacja metod wyznaczania krzywych eksploatacyjnych dla różnych klas składów kolejowych oraz stałych i chwilowych warunków panujących na szlaku komunikacyjnym lub jego części, z wykorzystaniem technik uczenia maszynowego i algorytmów predykcyjnych, na podstawie dostarczonych przez Zamawiającego modeli opartych o reguły kinematyki, dynamiki oraz metodach geometrii analitycznej.
PR.04	Opracowanie i implementacja metod i interfejsów komunikacji z kolejowymi zasobami informacyjnymi WOS, WOC, SRJ i RJ z wykorzystaniem API lub zdalnego repozytorium dokumentów.
PR.05	Obsługa wyświetlania na ekranie konsoli maszynisty strumienia wideo z nałożonymi na obraz informacjami z Cyfrowej Biblioteki Danych poprzez wykorzystanie technologii Augmented Reality pozwalającej na dynamiczną zmianę perspektywy (wielkości) elementu informacyjnego wyświetlanego na ekranie konsoli WAM zgodnie z ruchem pojazdu i przybliżaniem się do obiektu.
PR.06	Konwersja do postaci zdigitalizowanej Cyfrowej Biblioteki Danych (opis w języku naturalnych przekazany przez Zamawiającego), zawierającej informacje o szlakach kolejowych, instrukcje, poradniki, wytyczne, rozkłady, rozkazy dzienne, wykazy ostrzeżeń stałych, krzywe hamowania przyśpieszania oraz krzywe eksploatacyjne, a także metod ich efektywnego składowania oraz szybkiego i selektywnego dostępu przez wielu użytkowników WAM w tym samym czasie.
PR.07	Implementacja Cyfrowej Biblioteki Danych, z której mają w trybie rzeczywistym być wyświetlane w trybie AR/VR obiekty na ekranie konsoli maszynisty.
PR.08	Implementacja metod etykietowania i synchronizacji danych strumieniowych video z danymi o położeniu przestrzennym pod kątem stałego opisu linii kolejowych w postaci materiału video wraz z komentarzami dotyczącymi trasy implementowanymi z wykorzystaniem AR.
PR.09	Opracowanie meta-języka opisu szlaku komunikacyjnego zawierającego profil pionowy trasy, jej przebieg oraz lokalizację obiektów i punktów charakterystycznych wraz z ich opisem oraz pozycją geograficzną.
PR.10	Opracowanie i implementacja modeli relacyjnych baz danych dla modułów CBD, ZKM, ZSS oraz lokalnych baz danych Terminala Maszynisty, zapewniających wydajny i selektywny dostęp do informacji zawartych w tych bazach danych.
PR.11	Opracowanie i implementacja metod i algorytmów AR w zakresie prezentacji na ekranie Terminala Maszynisty komunikatów i ostrzeżeń zgodnie ze zdefiniowanymi wymaganiami funkcjonalnymi i poza funkcjonalnymi, w tym synchronizacja i

	etykietowanie strumienia wideo a także rejestrację i archiwizację materiałów wideo z przejazdu składu kolejowego szlakiem komunikacyjnym pochodzącego z kamery czołowej systemu WAM.
PR.12	Opracowanie i implementacja mechanizmu generowania raportów administracyjno – technicznych oraz biznesowych: zarówno raportów domyślnych jak i definiowanych przez użytkowników systemu WAM.
PR.13	Opracowanie modelu oprogramowania w notacji obiektowej UML spełniającego wszystkie wymagania zawarte w niniejszym Opisie Przedmiotu Zamówienia oraz wszystkie wymagania uzgodnione w formie pisemnej między Zamawiającym a Wykonawcą w trakcie realizacji projektu.
PR.14	Opracowanie i implementacja (na podstawie opracowanego modelu) projektu technicznego rozproszonego oprogramowania Wirtualnego Asystenta Maszynisty w technologii obiektowej, z uwzględnieniem dobrych praktyk programowania obiektowego, staranności i dokumentowania kodu, wzorców projektowych, TDD, SOLID.
PR.15	Opracowanie i implementacja metod komunikacji oprogramowania Terminala Maszynisty z warstwą sprzętową Terminala Maszynisty na podstawie dostarczonej przez Zamawiającego dokumentacji technicznej interfejsów danych.
PR.16	Opracowanie i implementacja metod efektywnego, dynamicznego wprowadzania i współdzielenia w czasie rzeczywistym komentarzy wprowadzonych przez maszynistów / dyspozytorów ruchu pomiędzy instancjami WAM, zawierających informacje o zaistniałych zdarzeniach, nieprawidłowościach lub informacje pomocnicze, ułatwiające prowadzenie składu na danej trasie bądź jej odcinku.
PR.17	Opracowanie i implementacja prostych i intuicyjnych graficznych interfejsów użytkownika (GUI) umożliwiających obsługę systemu WAM zarówno w warstwie administracyjnej jak i w warstwie użytkowej, umożliwiających dwukierunkową komunikację głosową pomiędzy GUI a użytkownikiem, ręczne sterowanie jasnością ekranu oraz automatycznym przełączaniem trybów dzień / noc.
PR.18	Opracowanie i implementacja metod rozpoznawania i interpretowania sygnałów mowy do głosowej obsługi WAM w celu umożliwienia maszyniście sterowanie funkcjami WAM.
PR.19	Opracowanie i implementacja interfejsów do wprowadzania danych ze źródeł zewnętrznych do CBD, w szczególności z systemów kolejowych zawierających wykazy ostrzeżeń stałych (WOS), wykazy ostrzeżeń czasowych (WOC), służbowych rozkładów jazdy (SRJ) oraz rozkazów jazdy.
PR.20	Zapewnienie w trybie on-line selektywnego dostępu do zindeksowanych danych cyfrowej biblioteki zawierającej instrukcje, poradniki, wytyczne, rozkłady, rozkazy dzienne, wykazy ostrzeżeń stałych/tymczasowych – WSO/WOT do wykorzystania w warunkach operacyjnych z dwukierunkowym przekazem informacyjnym dla maszynisty (zapytanie/odpowiedź) w trybie wizualnym (komunikaty, grafika) oraz dźwiękowym. Selektywność rozumiana jest jako możliwość wyboru zestawu danych, w których będzie wykonywane przeszukiwanie i zapisanie planów i wyników przeszukań we własnym profilu. Wymagania minimalne dla tego zakresu prac: • liczba warstw informacyjnych w jednym profilu maszynisty ≤ 4 • czas konwersji pojedynczego zapytania w trybie audio < 1 s

	liczba trybów prezentacji informacji graficznych – 3 (grafika, komunikaty, notatki głosowe).
PR.21	Zapewnienie dostępu do informacji o liniach kolejowych z następującą kategoryzacją: 1. sygnalizatory, 2. wskaźniki, 3. osygnalizowanie, 4. lokalizacja stacji, 5. Lokalizacja torów głównych zasadniczych, 6. lokalizacja głównych i dodatkowych, peronów i miejsc zatrzymania pociągu, 7. Usytuowanie przejazdów, 8. usytuowanie przejść kolejowych leżących w poziomie szyn, 9. Sposób zabezpieczenia przejść, 10. „dzikie przejścia”, 11. Miejsca niebezpieczne, 12. niezgodności i nieprawidłowości stwierdzone przez maszynistę, 13. Usytuowanie mostów, 14. usytuowanie tuneli i innych obiektów, 15. profil linii. Dodatkowo rozszerzone o możliwość wprowadzania tych kategorii danych w trakcie jazdy za pomocą panelu dotykowego lub głosowego z automatycznym zindeksowaniem i przypisaniem do pozycji na trasie. Wymagania minimalne dla tego zakresu prac: - liczba kategorii danych prezentowanych na ekranie konsoli wirtualnego asystenta maszynisty: max. 10 - liczba trybów wprowadzania informacji do systemu: 2 (głosowy, dotykowy)
PR.22	Opracowanie i implementacja efektywnych metod i algorytmów wprowadzania i wyświetlania na ekranie Terminala Maszynisty komunikatów wprowadzanych przez Maszynistów oraz pochodzących z systemów WOS, WOC a także definiowanych przez Operatorów Aplikacji Zarządzającej WAM.
PR.23	Opracowanie i przekazanie dokumentacji projektowej, technicznej, wdrożeniowej, użytkowej a także podręczników użytkownika systemu WAM w języku polskim i angielskim.
PR.24	Opracowania dokumentacji procesu testowania oprogramowania zawierającej scenariusze testowe oraz formularze sprawozdań z testów.
PR.25	Przeprowadzanie i dokumentowanie testów funkcjonalnych, wydajnościowych oraz bezpieczeństwa wykonywanego oprogramowania na podstawie przygotowanej dokumentacji testowania, na każdym etapie projektu.
PR.26	Analizę i optymalizację wydajności oprogramowania oraz baz danych.
PR.27	Analizę i usuwanie usterek oprogramowania.
PR.28	Opracowanie, przeprowadzenie i udokumentowanie testów końcowych rozproszonego oprogramowania Wirtualnego Asystenta Maszynisty będących jedną z podstaw do odbioru końcowego przez Zamawiającego.
PR.29	Opracowanie Aplikacji Zarządzającej systemem WAM jako WebApp, z wykorzystaniem RWD oraz z uwzględnieniem 25 założeń WCAG 2.1.

2. Architektura systemu

Ogólna architektura oprogramowania WAM przedstawiona jest na rysunku 1. Oprogramowanie składać się będzie z **a)** części centralnej w skład której wchodzić będą systemu CBD, ZKM i ZSS, **b)** Aplikacji Zarządzającej WAM, oraz **c)** oprogramowania Terminala Maszynisty WAM, instalowanego na stacjach roboczych WAM znajdujących się w lokomotywach. Rozproszone oprogramowanie WAM będzie składało się z elementów głównych przedstawionych w tabeli 3:

Tabela 3. Główne elementy oprogramowania WAM.

Nazwa bloku	Opis
Centralna Część Serwerowa	Serwer baz danych Database Server , zarządzający bazami danych modułów CBD, ZKM i ZSS i udostępniającymi API do wykonywania operacji CRUD na danych.
	Serwer aplikacji Appliaction Server , zarządzający warstwą wewnętrzną oprogramowania Wirtualnego Asystenta Maszynisty, mający dostęp do operacji CRUD baz danych i udostępniający je szynie REST API.
	Serwer aplikacji internetowych WebApp Server , zarządzający usługami sieciowymi warstwy usług REST API służącymi do komunikacji z innymi modułami systemu WAM a także do cyklicznego pobierania danych z kolejowych zasobów informacyjnych WOS, WOC, SRJ oraz RJ.
Szyna warstwy usług sieciowych REST API	Warstwa usług w architekturze REST, udostępnianych przez Serwer Aplikacji Internetowych, wykorzystujących format JSON do komunikacji z Aplikacją Zarządzającą oraz z Terminalem Maszynisty.
Aplikacja Zarządzająca	Aplikacja typu WebApp wykonana w technologii obiektowej z wykorzystaniem techniki RWD do implementacji GUI, pozwalająca na zarządzanie systemem WAM w zakresie aktualizacji danych modułu CBD, publikacji komunikatów modułu ZKM, publikacji aktualizacji komponentów programistycznych Terminala Maszynisty a także analiz i raportowania.
Terminal Maszynisty	Program komputerowy wykonany w technologii obiektowej z wykorzystaniem technik analogicznych do RWD dla aplikacji typu desktop, zainstalowany na stacji roboczej Terminala Maszynisty WAM znajdujących się w lokomotywach. Będzie komunikował się z elementami Centralnej Części Serwerowej, dostarczając funkcji wspierających maszynistę w czasie prowadzenia składu kolejowego a także m. in. przysłać informacje diagnostyczne, dane do optymalizacji algorytmów wyznaczania krzywych technicznych i eksploatacyjnych, komunikaty w ramach modułu ZSS.

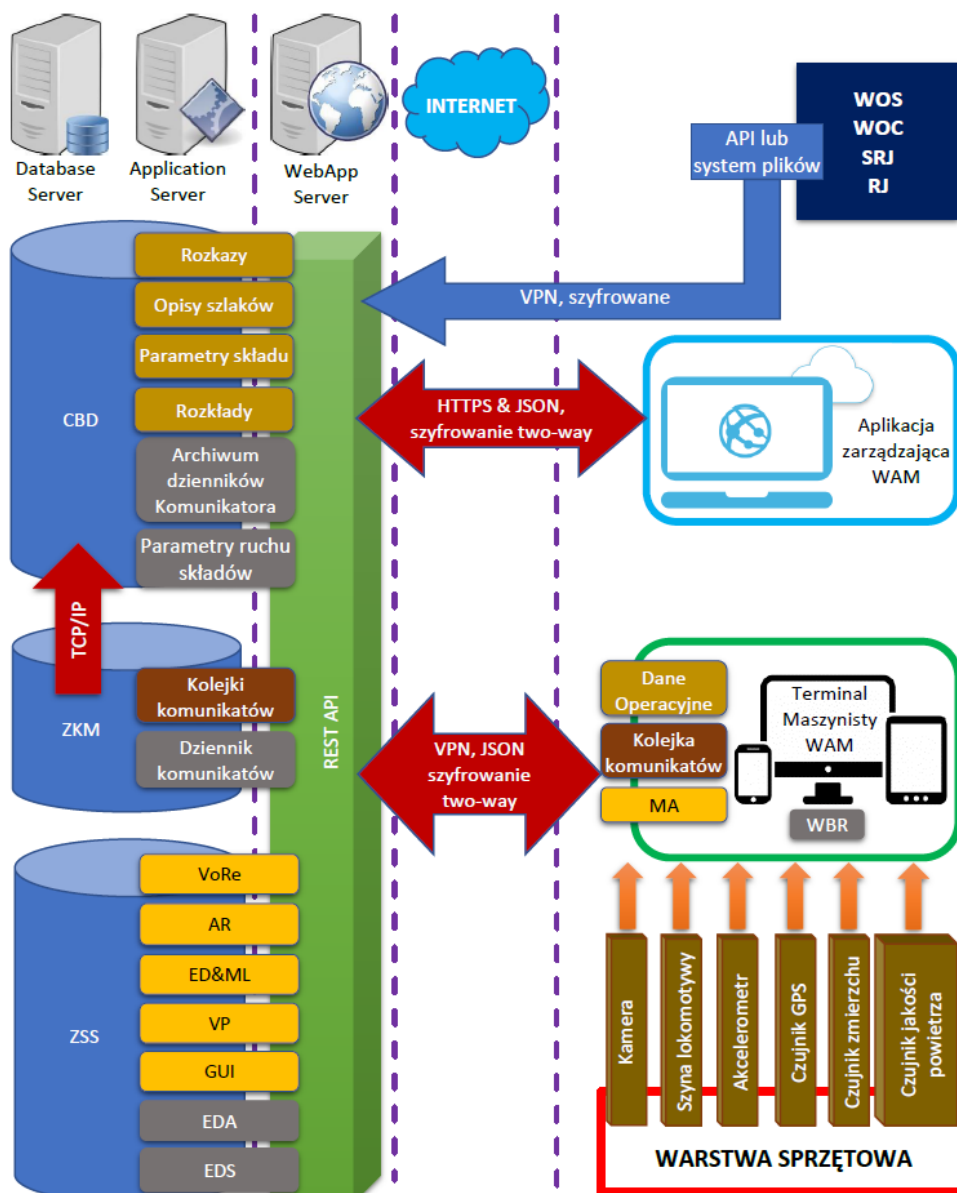
Oprogramowanie WAM będzie cyklicznie pobierało dane z kolejowych zasobów informacyjnych WOC, WOS, SRJ oraz RJ poprzez dedykowane API lub poprzez zdalne repozytorium dokumentów (np. system SFTP) do CBD. Wykonawca opracuje i zaimplementuje

interfejsy do pobierania tych danych. Pobrane dokumenty będą następnie wczytywane do baz danych i udostępniane Terminalom Maszynisty.

Rozproszone oprogramowanie Wirtualnego Asystenta Maszynisty musi umożliwiać generowanie i pobieranie raportów należących do dwóch klas raportów: raportów administracyjno – technicznych oraz raportów biznesowych:

- a) **raporty administracyjno – techniczne**, generowane na potrzeby obsługi technicznej oraz utrzymania oprogramowania WAM, zawierające zestawienia, tabele, wykresy itp. dotyczące między innymi funkcjonowania systemu WAM, statusu instalacji aktualizacji oprogramowania Terminali Maszynisty (patrzy: punkt 2.2.3), błędów i usterek;
- b) **raporty biznesowe**, generowane na potrzeby organizacji, która korzysta z systemu WAM. Poza raportami standardowymi, których lista oraz zakres zostaną uzgodniona na etapie projektowania oprogramowania WAM pomiędzy Zamawiającym a Wykonawcą.

System musi umożliwiać generowanie oraz pobieranie opisanych powyżej raportów co najmniej w następujących formatach: PDF, CSV, XML oraz XLSX.



Rysunek 1. Ogólna architektura oprogramowania WAM.

W punkcie 2.1 zdefiniowano aktorów biorących udział w wykonywaniu funkcji oprogramowania WAM. W punkcie 2.2 zawarto katalogi funkcji poszczególnych modułów funkcjonalnych oprogramowania WAM wraz z opisami. W punkcie 2.3 wymieniono technologie oraz narzędzia, które będą wykorzystywane w trakcie realizacji przedmiotu zamówienia. W punkcie 2.4 przedstawiono wymagania dotyczące bezpieczeństwa oraz komunikacji między elementami oprogramowania WAM.

Zakres funkcjonalny oraz sposób realizacji funkcji opisanych w punkcie 2.2 modułów funkcjonalnych może ulec zmianie, a w szczególności zostać rozszerzony oraz sprecyzowany w formie pisemnych uzgodnień między Zamawiającym z Wykonawcą.

2.1. Aktorzy oprogramowania WAM

Z punktu widzenia wykorzystania funkcji systemu Wirtualnego Asystenta Maszynisty wyróżnić można dwie klasy Aktorów:

1. **Aktorzy osobowi** - ludzie korzystający w funkcjonalności WAM.
2. **Aktorzy nieosobowi** – poszczególne moduły systemu WAM mogące komunikować się z innymi modułami i wykonywać określone funkcje.

W tabeli 4 scharakteryzowano aktorów należących do obu tych klas.

Tabela 4. Aktorzy systemu WAM.

Nazwa	Klasa	Opis
Administrator	Aktor osobowy	Osoba zarządzająca całym rozproszonym oprogramowaniem WAM, realizująca zadania w zakresie utrzymania, konserwacji i archiwizacji.
Maszynista		Osoba obsługująca Terminal Maszynisty zamontowany w lokomotywie składu kolejowego.
Operator Aplikacji Zarządzającej		Osoba obsługująca Aplikację Zarządzającą WAM.
Technik		Osoba wykonująca prace diagnostyczne i naprawcze oprogramowanie i sprzętu Terminali Maszynisty.
Aplikacja Zarządzająca	Aktor nieosobowy	Oprogramowanie Aplikacji Zarządzającej, mogące wykorzystywać automatycznie przypisane mu funkcje systemu WAM.
CBD		Oprogramowanie Cyfrowej Biblioteki Dokumentów, mogące wykorzystywać automatycznie przypisane mu funkcje systemu WAM.
Terminal Maszynisty		Oprogramowanie Terminala Maszynisty, mogące wykorzystywać automatycznie przypisane mu funkcje systemu WAM.
ZMK		Oprogramowanie Zdalnego Komunikatora Maszynisty, mogące wykorzystywać

		automatycznie przypisane mu funkcje systemu WAM.
--	--	--

2.2. Moduły funkcjonalne

W skład oprogramowania Wirtualnego Asystenta Maszynisty wchodzić będzie pięć modułów funkcjonalnych, wyszczególnionych na schemacie architektury przedstawionym z rysunku 1. Są to:

- Cyfrowa Biblioteka Dokumentów;
- Zdalny Komunikator Maszynisty;
- Zdalny System Serwisowy;
- Aplikacja Zarządzająca;
- Terminal Maszynisty.

W kolejnych podpunktach scharakteryzowano poszczególne moduły funkcjonalne oraz wyszczególniono ich funkcje, które muszą zostać zaimplementowane w oprogramowaniu komputerowym stanowiącym przedmiot zamówienia.

2.2.1. Cyfrowa Biblioteka Dokumentów

Moduł Cyfrowej Biblioteki Dokumentów będzie udostępniał cyfrowe wersje dokumentów takich jak opisy szlaków komunikacyjnych, rozkazy dla maszynistów, rozkłady jazdy i inne, wyszczególnione w Załączniku nr 1 do niniejszego dokumentu. Ponadto Moduł CBD będzie odpowiedzialny za gromadzenie i archiwizowanie dzienników opisanego w punkcie 2.2.2 Zdalnego Komunikatora Maszynisty a także gromadzenie danych pochodzących z Terminali Maszynisty WAM a dotyczących ruchu składów kolejowych w celu analizy funkcjonowania oraz doskonalenia algorytmów wyznaczania krzywych technicznych i eksploatacyjnych (Terminal Maszynisty opisano w punkcie 2.2.5). Katalog usług CBD przedstawiono w tabeli 5.

Tabela 5. Katalog usług CBD.

Symbol	Nazwa	Aktor inicjujący	Opis
CBD.01	Zarządzanie dokumentami CBD	Operator Aplikacji Zarządzającej	Dodawanie, modyfikacja, odczyt oraz usuwanie dokumentów (wymagające dodatkowych uprawnień) w CBD za pomocą usług sieciowych REST.

CBD.02	Archiwizacja danych ZKM	CBD	CBD będzie pobierać zgodnie z ustalonym harmonogramem i archiwizować dane pochodzące z WOC, WOS i ZKM.
CBD.03	Przeszukiwanie archiwum ZKM	Operator Aplikacji Zarządzającej	Udostępnienie archiwum komunikatów ZKM za pomocą usług sieciowych REST.
CBD.04	Archiwizacja parametrów ruchu składu kolejowego	Terminal Maszynisty	Wpisanie danych o parametrach ruchu składów kolejowych na planowych przejazdach szlakami komunikacyjnymi za pomocą usług sieciowych REST.
CBD.05	Pobranie danych o parametrach ruchu składu kolejowego	Operator Aplikacji Zarządzającej	Udostępnienie danych o parametrach ruchu składów kolejowych na planowych przejazdach szlakami komunikacyjnymi za pomocą usługi sieciowej REST.
CBD.06	Pobieranie i publikowanie ostrzeżeń z WOC i WOS	CBD	CBD będzie cyklicznie pobierać ostrzeżenia z systemów WOC i WOS oraz publikować je poprzez system powiadomień wysyłanych do oprogramowania Terminali Maszynisty składów kolejowych których dotyczą dane ostrzeżenia za pomocą usług sieciowych REST.
CBD.07	Pobieranie i udostępnianie danych z SRJ i RJ	CBD	CBD będzie cyklicznie pobierać rozkłady jazdy oraz rozkazy jazdy z systemów SRJ i RJ oraz udostępniać je oprogramowaniu Terminali Maszynisty składów kolejowych których dotyczą dane rozkłady i rozkazy za pomocą usług sieciowych REST.
CBD.08	Pobieranie opisu szlaku komunikacyjnego	Terminal Maszynisty WAM	CBD będzie udostępniać opisy szlaków kolejowych w opracowanym meta-języku opisu szlaków kolejowych (patrz: tabela 2).

Dokumenty przechowywane w CBD dostępne w postaci dokumentów zostaną poddane digitalizacji przez Wykonawcę a następnie umieszczone w CBD.

2.2.2. Zdalny Komunikator Maszynisty

Moduł ZKM będzie dostarczał mechanizmu kolejującego komunikaty wysyłane przez maszynistów z poziomu Terminala Maszynisty WAM. Katalog usług ZKM zawiera tabela 6.

Tabela 6. Katalog usług ZKM.

Symbol	Nazwa	Aktor inicjujący	Opis
ZKM.01	Publikowanie komunikat	Maszynista	Funkcja umożliwi wysłanie z poziomu Terminala Maszynisty WAM oraz z poziomu Aplikacji Zarządzającej WAM komunikatu za pomocą mechanizmu kolejkowego i usługi sieciowej REST.
ZKM.02	Subskrybowanie komunikatu	ZKM	Wysłanie do Terminali Maszynisty WAM nowego komunikatu za pomocą mechanizmu kolejkowego i

			usługi sieciowej REST. Odebranie przez Terminal Maszynisty WAM komunikatu będzie skutkowało wywołaniem zwrotnym funkcji ZM.03.
ZKM.03	Odbiór potwierdzenie odebrania komunikatu	Terminal Maszynisty WAM	Zapisanie w ZKM potwierdzenia otrzymania komunikatu przez każdy z subskrybujących komunikaty Terminali Maszynisty WAM w celach diagnostycznych i informacyjnych, przy pomocy mechanizmu kolejkowego i usługi sieciowej REST.
ZKM.04	Udostępnienie listy komunikatów	CBD	Funkcja umożliwiać będzie pobranie listy komunikatów w celu archiwizacji w CBD za pomocą usługi sieciowej REST. Zarchiwizowane komunikaty będą usuwane z ZKM.

Komunikator będzie służył do dynamicznego wprowadzania i współdzielenia przez Maszynistów i Operatorów Aplikacji Zarządzającej oraz publikowania w czasie rzeczywistym komunikatów o zaistniałych zdarzeniach, nieprawidłowościach lub informacje pomocnicze ułatwiające prowadzenie składu kolejowego na danej trasie lub jej odcinku. Jednocześnie Komunikator będzie udostępniał w czasie rzeczywistym wszelkie informacje dotyczące danej trasy lub jej odcinka pochodzące z kolejowych zasobów informacyjnych WOS i WOC. Komunikaty wysyłane przez maszynistów w ramach ZKM będą docelowo archiwizowane w CBD w celu analizy.

2.2.3. Zdalny System Serwisowy

Aktualizacjom automatycznym podlegać będą następujące bloki funkcjonalne Terminala Maszynisty (opisane szczegółowo w punkcie 2.2.5):

- **VoRe**, w zakresie listy rozpoznawanych i interpretowanych komend oraz komunikatów głosowych;
- **AR**, w zakresie bazy rozpoznawalnych elementów charakterystycznych oraz ich parametryzacji i opisu;
- **ED&ML**, w zakresie implementacji i parametryzacji algorytmów wyznaczania optymalnych krzywych technicznych (krzywe przyspieszania oraz hamowania), oraz krzywych eksploatacyjnych uwzględniających stałe i chwilowe warunki jazdy z wykorzystaniem metod uczenia maszynowego oraz algorytmów predykcji;
- **VP**, w zakresie implementacji i parametryzacji algorytmów rozpoznawania i

etykietowania elementów charakterystycznych na obrazie wideo;

- **GUI**, w zakresie układu oraz dostępności elementów graficznego interfejsu użytkownika a także dostępu do nich za pomocą modułu VoRe.

W tabeli 7 przedstawiono klasyfikację rodzajów aktualizacji oprogramowania stacji roboczej Terminala Maszynisty. Klasyfikacji dokonano ze względu na poziom istotności. Aktualizacje na poziomie A1 mogą być wykonywane w trakcie działania oprogramowania podczas realizacji przejazdu szlakiem kolejowym o ile nie wpłyną one na bieżące funkcjonowanie Terminala Maszynisty. Aktualizacje na poziomie A2 mogą być wykonywane jedynie po włączeniu terminala, przed rozpoczęciem realizacji przejazdu szlakiem kolejowym.

Tabela 7. Klasyfikacja poziomów istotności aktualizacji oprogramowania Terminala Maszynisty.

Symbol	Opis
A1	Aktualizacja niekrytyczna , niewymagająca ponownego uruchomienia Terminala Maszynisty.
A2	Aktualizacja standardowa , dotycząca zmian w zakresie wykorzystywanych metod i algorytmów, mogąca wymagać ponownego uruchomienia Terminala Maszynisty.
A3	Aktualizacja krytyczna , kluczowa dla poprawnego działania oprogramowania a także bezpieczeństwa jego stosowania w trakcie realizacji przejazdu szlakiem kolejowym, mogąca wymagać ponownego uruchomienia Terminala Maszynisty.

W przypadku konieczności aktualizacji na poziomie A3 konieczne jest wyświetlenie odpowiedniego powiadomienia na ekranie Terminala Maszynisty z informacją czego dotyczy aktualizacja. W przypadku konieczności ponownego uruchomienia Terminala Maszynisty operator musi mieć możliwość odłożenia aktualizacji w czasie w celu kontynuowania działań związanych z realizacją przejazdu szlakiem kolejowym.

Opublikowane i opisane aktualizacje będą posiadały harmonogram instalacji. Harmonogram ten zakłada tryby instalacji przedstawione w tabeli 8.

Tabela 8. Tryby instalacji aktualizacji Terminala Maszynisty.

Symbol	Tryb	Opis
T1	Niezwłocznie	Tryb dotyczy aktualizacji na poziomie istotności A3 , powodując instalację aktualizacji niezwłocznie po pobraniu przez Terminal Maszynisty.
T2	Przy kolejnym uruchomieniu Terminala Maszynisty	Tryb dotyczy aktualizacji na poziomie istotności A1 oraz A2 , powodując instalację aktualizacji po najbliższym uruchomieniu Terminala Maszynisty.
T3	Określona data	Tryb dotyczy aktualizacji na poziomie istotności A1 oraz A2 , powodując instalację aktualizacji po pierwszym uruchomieniu Terminala Maszynisty jednak nie wcześniej, niż wskazuje określona data instalacji.

Każda aktualizacja oprogramowania Terminala Maszynisty zostanie odnotowana w EDA w postaci raportu z aktualizacji, dzięki czemu w łatwy sposób można będzie zarządzać aktualizacjami oprogramowania. EDA będą archiwizowane w CBD. W przypadku nieudanej aktualizacji informacja ta zostanie umieszczona w raporcie, dodatkowo Terminal Maszynisty zapisze ją w postaci błędu w WBR.

2.2.4. Aplikacja Zarządzająca

Aplikacja Zarządzająca systemem Wirtualnego Asystenta Maszynisty będzie programem komputerowym typu WebApp. Aplikacja Zarządzająca WAM musi być wykonana w technice RWD - musi automatycznie dostosowywać wygląd GUI do rozmiaru ekranu urządzenia, na którym będzie wyświetlana. Docelowe urządzenia to komputer stacjonarny / laptop, tablet, smartfon. Katalog usług Aplikacji Zarządzającej WAM przedstawiono w tabeli 9.

Tabela 9. Katalog usług AP.

Symbol	Nazwa	Aktor inicjujący	Opis
AP.01	Logowanie	Operator Aplikacji Zarządzającej	Uzyskanie dostępu do Aplikacji Zarządzającej poprzez podanie loginu i hasła.
AP.02	Wylogowanie	Operator Aplikacji Zarządzającej	Zakończenie pracy w Aplikacji Zarządzającej na skutek decyzji użytkownika lub automatycznie.
AP.03	Zarządzanie dokumentami	Operator Aplikacji Zarządzającej	Dodawanie, przeglądanie, modyfikacja i usuwanie dokumentów Cyfrowej Biblioteki Dokumentów.
AP.04	Zarządzanie aktualizacjami oprogramowania	Operator Aplikacji Zarządzającej	Dodawanie aktualizacji, zarządzanie harmonogramem i trybami instalacji oraz poziomami istotności aktualizacji.

	Terminala Maszynisty		
AP.05	Publikowanie komunikatów dla maszynistów	Operator Aplikacji Zarządzającej	Publikowanie komunikatów dla maszynistów wyświetlanych na ekranie Terminala Maszynisty.
AP.06	Zarządzanie archiwum komunikatów	Operator Aplikacji Zarządzającej	Przeglądanie oraz eksport do plików komunikatów zarchiwizowanych w CBD na podstawie określonych kryteriów wyszukiwania.
AP.07	Zarządzanie raportami	Operator Aplikacji Zarządzającej	Definiowanie i generowanie raportów, modyfikowanie i usuwanie definicji raportów, zarządzanie harmonogramem automatycznego generowania raportów, eksport raportów do plików, wysyłanie raportów do odbiorców skrzynek poczty elektronicznej. Wygenerowane raporty będą dostępne w formatach CSV, PDF, XLSX i XML.
AP.08	Automatyczne wykonywanie raportów	Aplikacja Zarządzająca	Automatyczne generowanie raportów zgodnie ze zdefiniowanymi kryteriami oraz harmonogramem automatycznego generowania raportów. Wygenerowane automatycznie raporty będą dostępne w formatach CSV, PDF, XLSX i XML.
AP.09	Zarządzanie użytkownikami WAM	Administrator	Dodawanie, modyfikacja, blokowanie i odblokowywanie a także usuwanie (oznaczanie jako nieaktywny) użytkowników oprogramowania WAM.

2.2.5. Terminal Maszynisty

Terminal Maszynisty stanowi główny element oprogramowania WAM – istnienie wszystkich pozostałych modułów funkcjonalnych jest zdeterminowane zapewnieniem danych oraz warunków do prawidłowego funkcjonowania Terminala Maszynisty, który stanowi stację roboczą wspierającą maszynistę w trakcie przygotowania do realizacji szlaku kolejowego oraz samej jego realizacji. Na ekranie Terminala Maszynisty stale wyświetlany będzie podgląd trasy w postaci obrazu wideo z kamery czołowej systemu WAM wraz z nałożonymi komunikatami ZKM oraz informacjami o aktualnie pokonywanym odcinku kolejowym z wykorzystaniem metod AR. Komunikaty i informacje wyświetlane na ekranie prezentującym obraz wideo z kamery czołowej muszą być zsynchronizowane z pozycją, prędkością oraz kierunkiem jazdy składu kolejowego.

Oprogramowanie Terminala Maszynisty WAM musi automatycznie dostosowywać wygląd GUI do rozmiaru ekranu urządzenia, na którym będzie wyświetlane. Docelowe urządzenia to komputer stacjonarny / laptop, tablet, smartfon.

Terminal Maszynisty będzie komunikował się z warstwą sprzętową stacji roboczej WAM. Dane dotyczące integracji oprogramowania komputerowego Terminala Maszynisty WAM z warstwą sprzętową wraz ze szczegółowym opisem interfejsów danych udostępnianych przez warstwą sprzętową zostaną dostarczone Wykonawcy przez Zamawiającego.

Terminal Maszynisty będzie umożliwiał pracę w dwóch trybach: **a) w trybie online**, w którym Terminal Maszynisty będzie miał połączenie z systemami CBD, ZKM i ZSS i w którym na bieżąco będą pobierane dane z tych systemów, oraz **b) w trybie offline**, w którym Terminal Maszynisty nie będzie miał dostępu do systemów CBD, ZKM i ZSS. Praca w trybie *offline* musi umożliwiać wspieranie działań Maszynisty podczas realizacji bieżącego szlaku kolejowego. Każda instancja Terminala Maszynisty musi mieć wgrane wszystkie dane i informacje umożliwiające wspieranie działań Maszynisty podczas przejazdów wszystkimi szlakami kolejowymi realizowanymi przez dany skład kolejowy w jak najpełniejszej mierze, nawet w przypadku braku możliwości pobrania tych danych z CBD i ZKM. Oznacza to, że każda instancja Terminala Maszynisty musi być niezależnym systemem komputerowym – w szczególności niezależnym od innych komponentów systemu WAM.

W tabeli 10 scharakteryzowano bloki funkcjonalne oprogramowania Terminala Maszynisty.

Tabela 10. Bloki funkcjonalne Terminala Maszynisty.

Symbol	Opis
ED&ML	Zbiór algorytmów i metod wyznaczania optymalnych krzywych technicznych i eksploatacyjnych oraz określania klasy danego składu kolejowego na podstawie parametrów takich jak: długość i masa składu kolejowego, rodzaj składu kolejowego (lokomotywa i wagony lub elektryczny zespół trakcyjny), rodzaju realizowanego przejazdu (osobowy, towarowy), typ i parametry hamulca, opory powietrza, współczynnik mas wirujących w celu wyznaczania optymalnych krzywych technicznych i eksploatacyjnych wskazujących maszyniście ekonomiczny sposób prowadzenia składu kolejowego, oraz zbiór algorytmów uczenia maszynowego wykorzystywanych do analizy i optymalizacji algorytmów wyznaczania optymalnych krzywych eksploatacyjnych.
AR	Zbiór algorytmów oraz metod pozwalających na synchronizację oraz prezentację w postaci hologramów nakładanych na obraz wideo komunikatów i ostrzeżeń pochodzących zarówno z WOC i WOS (udostępnianych przez CBD), jak również z ZKM. Wszystkie komunikaty i ostrzeżenia muszą być oznaczone pozycją geograficzną oraz terminem ważności. Oprogramowanie musi umożliwiać maszyniście oznaczenie danego ostrzeżenia czy komunikatu jako aktualny bądź nieaktualny przy pomocy GUI

	oraz polecenia głosowego. Mechanizm AR musi być zgodny zintegrowany z Google Maps Business API oraz ze standardami AR Core lub AR Kit.
VP	Zbiór algorytmów i metod do rozpoznawanie obiektów charakterystycznych na materiale wideo pochodzącym z kamery Terminala Maszynisty w czasie rzeczywistym w celu określania aktualnej pozycji geograficznej składu kolejowego znajdującego się w ruchu, a następnie doprecyzowywanie aktualnej pozycji geograficznej odczytywanej z systemu GPS. W przypadku utraty łączności z systemem GPS VP będzie alternatywnym źródłem określania aktualnej pozycji geograficznej składu kolejowego.
GUI	Graficzny interfejs użytkownika oparty o wyświetlacz dotykowy, pozwalający na wykonywanie funkcji Terminala Maszynisty.
VoRe	Dostarcza algorytmów przetwarzania komend głosowych na polecenia Terminala Maszynisty, realizując wybrane funkcje dostępne z poziomu GUI.
MA	Mechanizm Aktualizacji oprogramowania, pozwalający na automatyczne pobieranie z ZRK i instalowanie poprawek i aktualizacji oprogramowania Terminala Maszynisty.
WRB	Wewnętrzny Rejestr Błędów Terminala Maszynisty (patrz: tabela 12).

Terminal będzie pracował w dwóch trybach: **a) w trybie operacyjnym** (funkcje oznaczone symbolem TMO) pozwalającym na wykonywanie standardowych czynności przez Maszynistę, oraz **b) w trybie diagnostycznym** (funkcje oznaczone symbolem TMD) dostępnym dla obsługi technicznej systemu WAM. Tryb diagnostyczny nigdy nie może być stosowany podczas planowej realizacji przejazdu szlakiem komunikacyjnym.

W tabeli 11 przedstawiono katalog funkcji oprogramowania Terminala Maszynisty dla obu trybów pracy.

Tabela 11. Katalog funkcji Terminala Maszynisty.

Symbol	Nazwa	Aktor inicjujący	Opis
TMO.01	Aktualizacja oprogramowania	Terminal Maszynisty	Oprogramowanie Terminala Maszynisty będzie mogło zostać zaktualizowane zarówno podczas jego uruchamiania, jak również – w określonych przypadkach – podczas realizacji przejazdu szlakiem kolejowym. Szczegółowy opis procesu aktualizacji oprogramowania został przedstawiony w pkt. 2.2.3.
TMO.02	Autentykacja maszynisty	Maszynista	Po uruchomieniu Terminala Maszynisty maszynista wprowadzi swój unikalny numer. W odpowiedzi system wyświetli listę rozkazów i innych dokumentów przypisanych do danego maszynisty.

TMO.03	Pobranie danych z CBD	Terminal Maszynisty	Po wybraniu przez maszynistę trasy Terminal Maszynisty pobierze wszystkie niezbędne dane z CBD takie jak opis szlaku wraz z listą obiektów charakterystycznych, parametry techniczne składu kolejowego, rozkład jazdy itp.
TMO.04	Aktualizacja danych z CBD	Terminal Maszynisty	Podczas realizacji przejazdu szlakiem komunikacyjnym Terminal Maszynisty będzie na bieżąco odbierał aktualizacje danych dotyczących opisu szlaku, zmian rozkładu oraz trasy i innych informacji dotyczących realizowanego przejazdu.
TMO.05	Pobranie danych z ZKM	Terminal Maszynisty	Dla wybranej trasy maszynista będzie otrzymywał do wglądu listę komunikatów z ZKM od innych maszynistów dotyczących trasy przejazdu.
TMO.06	Pobieranie parametrów ruchu składu z szyny lokomotywy	Terminal Maszynisty	W czasie pracy Terminal Maszynisty na bieżąco będzie odczytywał z szyny danych lokomotywy dane m. in. o aktualnej pozycji geograficznej, prędkości, wartości przyspieszenia, siły hamowania i przyspieszania.
TMO.07	Określanie aktualnej pozycji i prędkości składu na podstawie zewnętrznego czujnika GPS	Terminal Maszynisty	W czasie pracy Terminal Maszynisty na bieżąco będzie określał aktualne położenie oraz aktualną prędkość składu kolejowego na podstawie danych z zewnętrznego czujnika GPS podłączonego do Terminala Maszynisty.
TMO.08	Weryfikacja pozycji składu przy pomocy analizy obrazu wideo z kamery czołowej WAM	Terminal Maszynisty	Z uwagi na możliwe okresowe przerwy w komunikacji z satelitami GPS a także z uwagi na błędy w i niedokładność określenia parametrów przez czujnik GPS Terminal Maszynisty będzie weryfikował i aktualizował położenie składu kolejowego poprzez rozpoznawanie elementów charakterystycznych na szlaku kolejowym o dokładnie określonej pozycji geograficznej.
TMO.09	Wyznaczenie krzywych technicznych: krzywa hamowania	Terminal Maszynisty	Na podstawie pobieranych z CBD opisów szlaku Terminal Maszynisty będzie określał optymalną krzywą hamowania tak, by skład zredukował prędkość lub zatrzymał się dokładnie w wyznaczonym miejscu w sposób ekonomiczny oraz bezpieczny dla pasażerów i towarów.
TMO.10	Wyznaczenie krzywych technicznych: krzywa przyspieszania	Terminal Maszynisty	Na podstawie pobieranych z CBD opisów szlaku Terminal Maszynisty będzie dynamicznie wyznaczał optymalną krzywą przyspieszania tak, by skład ruszył lub osiągnął oczekiwaną prędkość w sposób ekonomiczny oraz bezpieczny dla pasażerów i towarów.
TMO.11	Wyznaczenie krzywych technicznych: ścieżki podejścia do stacji	Terminal Maszynisty	Na podstawie pobieranych z CBD danych GPS opisujących pozycję stacji Terminal Maszynisty będzie wyznaczał optymalną krzywą eksploatacyjną pozwalającą na zatrzymanie składu w wyznaczonym miejscu w sposób ekonomiczny oraz bezpieczny dla pasażerów i towarów

			poprzez wskazanie maszyniście w której chwili o jaką wartość ma zmienić prędkość składu.
TMO.12	Wyznaczanie krzywych technicznych: krzywa hamowania awaryjnego	Terminal Maszynisty	Przez cały czas wyznaczana będzie krzywa hamowania awaryjnego, pozwalającego na awaryjne zatrzymanie składu jadącego z określoną chwilową prędkością.
TMO.13	Analiza i uczenie algorytmów wyznaczania krzywych technicznych	Terminal Maszynisty	Na podstawie danych o składzie kolejowym oraz odchyleniach parametrów ruchu (prędkość, przyspieszenie) od wyznaczonych optymalnych krzywych technicznych Terminal maszynisty będzie analizował parametry i wagi algorytmów wyznaczania krzywych technicznych i korygował je pod kątem parametrów danego składu kolejowego. Dane te będą przesyłane i składowane w CBD i będą służyły do korygowania działania algorytmów wyznaczania krzywych technicznych konkretnych klas składów kolejowych.
TMO.14	Wyznaczanie krzywych eksploatacyjnych dla danego składu kolejowego	Terminal Maszynisty	Na podstawie empirycznych danych historycznych o chwilowych parametrach i warunkach jazdy Terminal Maszynisty WAM będzie wyznaczał i optymalizował krzywe eksploatacyjne.
TMO.15	Komunikat o złej jakości powietrza w kabinie lokomotywy	Terminal Maszynisty	Terminal Maszynisty na bieżąco będzie monitorował odczyt z czujnika jakości powietrza i w przypadku stwierdzenia przez Terminal Maszynisty złej jakości powietrza w kabinie lokomotywy na podstawie czujnika jakości powietrza na ekranie terminala pojawi się komunikat zasygnalizowany sygnałem dźwiękowym. Dodatkowo informacja zostanie przekazana maszyniście w postaci komunikatu dźwiękowego z VoRe.
TMO.16	Odczytywanie i wyświetlanie komunikatów	Terminal Maszynisty	Terminal Maszynisty będzie na bieżąco odczytywał komunikaty z mechanizmu kolejowego ZKM i wyświetlał je na ekranie w trybie AR, w postaci hologramów wraz z etykietami opisowymi. Czas pojawienia się danego hologramu będzie zależny od aktualnej pozycji geograficznej składu kolejowego. Maszynista będzie mógł - przy pomocy panelu dotykowego oraz komend głosowych - określić, czy dany komunikat jest nadal ważny (opisywane zdarzenie lub sytuacja nadal występują w danym miejscu trasy), czy nie.
TMO.17	Wysyłanie potwierdzenia zwrotnego	Terminal Maszynisty	Po odebraniu komunikatu z mechanizmu kolejowego ZKM Terminal Maszynisty odeśle potwierdzenie odbioru komunikatu.

TMO.18	Potwierdzanie komunikatów	Maszynista	Po wyświetleniu komunikatu na ekranie Terminala Maszynisty maszynista będzie mógł potwierdzić występowanie danego zjawiska (komunikat aktualny) bądź brak jego obserwacji (komunikat nieaktualny) zarówno przy pomocy funkcji na ekranie dotykowym Terminala Maszynisty, jak również w postaci komendy głosowej.
TMO.19	Definiowanie i publikowanie komunikatów	Maszynista	W przypadku wystąpienia zdarzenia lub sytuacji istotnej z punktu widzenia bezpieczeństwa lub realizacji przejazdu maszynista będzie mógł definiować komunikaty jednej z klas opisanych w pkt. 2.2.2. Komunikaty będą znakowane danymi trasy, czasem oraz pozycją geograficzną składu w chwili ich zdefiniowania a następnie przesyłane do ZKM i poprzez mechanizm kolejkowy rozpowszechniane innym maszynistom. Definiowanie komunikatów odbywać się będzie przy pomocy ekranu dotykowego oraz – w ograniczonym zakresie – przy pomocy komend głosowych.
TMO.20	Zapis danych o parametrach ruchu składu kolejowego w CBD	Terminal Maszynisty	Terminal Maszynisty WAM po zakończeniu planowego przejazdu składu szlakiem komunikacyjnym automatycznie zapisze dane dotyczące tego przejazdu w CBD.
TMO.21	Dostosowywanie jasności obrazu do natężenia oświetlenia	Terminal Maszynisty	Na podstawie danych z czujnika oświetlenia Terminal Maszynisty będzie dostosowywał jasność ekranu.
TMO.22	Automatyczne przełączanie trybu GUI dzień/noc	Terminal Maszynisty	Na podstawie danych z czujnika oświetlenia Terminal Maszynisty będzie przełączał tryb pracy w tryb nocny lub dzienny, zmieniając schemat kolorów, jasność oraz kontrast GUI.
TMO.23	Rejestracja nagrań z przejazdu składu kolejowego szlakiem komunikacyjnym	Terminal Maszynisty	Terminal Maszynisty będzie dokonywał rejestracji nagrań z przejazdu składu kolejowego szlakiem komunikacyjnym wraz z komunikatami oraz innymi informacjami wyświetlanymi na ekranie, a także znakowanie klatek aktualną pozycją geograficzną składu kolejowego (nagranie ma prezentować to, co widział Maszynista na ekranie Terminala Maszynisty) w postaci materiału wideo w jakości co najmniej Full HD. Nagrania będą następnie przesyłane do CBD po zakończeniu realizacji przejazdu rejestrowanym szlakiem komunikacyjnym. Funkcja będzie możliwa do włączenia i wyłączenia na danym Terminalu Maszynisty z poziomu Aplikacji Zarządzającej WAM.
TMO.24	Obsługa awarii kamery czołowej lub połączenia z kamerą czołową	Terminal Maszynisty	W przypadku braku sygnału z kamery czołowej systemu WAM Terminal Maszynisty przełączy ekran konsoli WAM w tryb wyświetlania trasy z Google Maps Business API i będzie nakładał na ten obraz wszystkie inne elementy z

			zakresu AR, takie jak hologramy, wskazówki itp. Jednocześnie raport o błędzie zostanie przesłany do EDS oraz zapisany w WRB. Wyświetlane mapy także podlegać będą rejestracji opisanej w funkcji TMO.23.
TMD.01	Przełączenie Terminala Maszynisty w tryb diagnostyczny	Technik	Funkcja umożliwia przełączenie Terminala Maszynisty w specjalny tryb diagnostyczny. W tym celu technik wprowadzi swój unikalny numer identyfikacyjny oraz poufny kod serwisowy.
TMD.02	Przełączenie Terminala Maszynisty w tryb operacyjny	Technik	Funkcja powoduje zapisanie i przesłanie raportu do EDS oraz powrót Terminala Maszynisty do pracy w trybie operacyjnym. Może wymagać ponownego uruchomienia Terminala Maszynisty.
TMD.03	Wyświetlenie danych diagnostycznych	Technik	Funkcja powoduje wyświetlenie na ekranie Terminala Maszynisty informacji o wersji, historii aktualizacji oraz listę zarejestrowanych błędów (patrz: tabela 12).
TMD.04	Wykonanie testów diagnostycznych Terminala Maszynisty	Technik	Funkcja spowoduje uruchomienie testów diagnostycznych terminala WAM, opisanych szczegółowo w tabeli 13 oraz wyświetlenie raportu na ekranie Terminala Maszynisty.
TMD.05	Inicjacja aktualizacji z ZSS	Technik	Wywołanie funkcji spowoduje pobranie i zainstalowanie aktualizacji oprogramowania Terminala Maszynisty.
TMD.06	Lokalna instalacja aktualizacji z nośnika danych	Technik	Funkcja umożliwia aktualizację oprogramowania Terminala Maszynisty z nośnika danych, np. z pamięci Flash.

Funkcja TMO.08 „Weryfikacja pozycji składu przy pomocy analizy obrazu wideo” będzie bazować na dostarczonym przez Zamawiającego wytrenowanym algorytmie wykrywania obiektów charakterystycznych znajdujących się na szlakach kolejowych.

W tabeli 12 zdefiniowano klasy błędów Terminala Maszynisty. Wystąpienie błędu będzie zgłaszane maszyniście przy pomocy sygnału dźwiękowego i komunikatu na ekranie Terminala Maszynisty. W przypadku błędu zasilania maszynista zostanie dodatkowo poinformowany o wystąpieniu błędu przy pomocy komunikatu głosowego z VoRe.

Tabela 12. Klasy błędów Terminala Maszynisty.

Nazwa	Opis
Błąd komunikacji zewnętrznej	Terminal Maszynisty nie może uzyskać połączenia z systemami centralnymi CBD, ZKM i ZSS, lub nie może pobrać z nich danych.
Błąd komunikacji z lokomotywą	Terminal Maszynisty nie może uzyskać połączenia lub pobrać danych z szyny danych lokomotywy.
Błąd czujnika	Terminal Maszynisty nie może odczytać danych z jednego z czujników.

Błąd urządzeń peryferyjnych	Terminal Maszynisty nie może uzyskać sygnału z kamery, mikrofonu czy innych urządzeń peryferyjnych.
Błąd aktualizacji	Wystąpił błąd w trakcie pobierania lub instalowania aktualizacji.
Błąd zasilania	W przypadku zaniku napięcia w instalacji elektrycznej lokomotywy Terminal Maszynisty będzie korzystał z dedykowanego awaryjnego zasilania akumulatorowego. Fakt przełączenia zasilania w tryb awaryjny zostanie odnotowany w postaci błędu zasilania.

W tabeli 13 wyszczególniono rodzaje testów diagnostycznych przeprowadzanych każdorazowo po uruchomieniu Terminalu Maszynisty, a także w trybie pracy diagnostycznym (inicjowane manualnie przez Technika).

Tabela 13. Zestawienie testów diagnostycznych Terminala Maszynisty.

Nazwa	Opis
Test zasilania	Test sprawdzi, czy zasilanie pochodzi z instalacji elektrycznej, czy z akumulatorowego źródła zasilania awaryjnego.
Test czujników	Test sprawdzi komunikację z czujnikami.
Test urządzeń peryferyjnych	Test sprawdzi komunikację z urządzeniami peryferyjnymi.
Test komunikacji zewnętrznej	Test sprawdzi komunikację z systemami centralnymi CBD, ZKM i ZSS.
Test komunikacji z lokomotywą	Test sprawdzi komunikację z szyną danych lokomotywy.
Test aktualizacji	Test sprawdzi, czy zainstalowano wszystkie wymagane aktualizacji oprogramowania WAM.

2.3. Technologie, metody i narzędzia

W tabeli 14 przedstawiono główne wymagane w zakresie technologii, metod i narzędzi, które będą wykorzystywane w trakcie prac nad realizacją poszczególnych elementów oprogramowania komputerowego stanowiącego przedmiot zamówienia. Głównymi założeniem technologicznym jest wykorzystanie do realizacji oprogramowania WAM metod i technik projektowania oraz programowania obiektowego, relacyjnych baz danych oraz komunikacji opartej o architekturę REST i format danych JSON.

Tabela 14. Wymagane technologie, metody i narzędzia.

LP	Technologia / metoda / narzędzie	Wersja	Zastosowanie
----	----------------------------------	--------	--------------

1	Notacja UML	2.0 (lub nowsza)	Modelowanie oprogramowania WAM zorientowanego obiektowo.
2	Microsoft Windows Server	Standard 2019 (lub nowsza)	Serwerowy system operacyjny.
3	Microsoft SQL SERVER	Standard 2019 (lub nowsza)	System zarządzania bazami danych.
4	Microsoft Internet Information Services	10 (lub nowsza)	Serwer <i>Aplikacji Zarządzającej WAM</i> oraz usług sieciowych <i>REST API</i> .
5	Microsoft .NET Core i .NET Standard	Core 3.0 (lub nowsza), Standard 2.0 (lub nowsza)	Platforma programistyczna do implementacji elementów oprogramowania WAM.
6	Microsoft .NET Xamarin	n/d	Platforma programistyczna do implementacji <i>Terminala Maszynisty</i> .
7	Microsoft .NET MVC lub WebAPI	MVC 5 (lub nowsza), WebAPI 2 (lub nowsza)	Technologia programistyczna do implementacji warstwy wewnętrznej (centralnej) <i>Aplikacji Zarządzającej WAM</i> oraz usług sieciowych <i>REST API</i> .
8	Angular + TypeScript	10 (lub nowsza)	Framework do tworzenia warstwy front-end <i>Aplikacji Zarządzającej WAM</i> .
9	SOLID	n/d	Oprogramowanie musi zostać stworzone zgodnie z zasadami programowania obiektowego SOLID
10	DDD	n/d	Oprogramowanie musi zostać stworzone zgodnie z podejściem DDD.
11	TDD	n/d	Dla każdej funkcji oprogramowania będącego przedmiotem zamówienia muszą zostać stworzone Unit Testy zgodnie z metodyką TDD
12	CI	n/d	Oprogramowanie musi być tworzone przy wykorzystaniu narzędzi umożliwiających zastosowanie Continuous integration

Zmiany technologii, metod i narzędzi wyszczególnionych w tabeli 14 są możliwe w przypadku **a)** niemożności skorzystania z danej technologii, narzędzia czy metody, oraz **b)** pojawienia się innej technologii, narzędzia lub metody pozwalającej na bardziej efektywną realizację przedmiotu zamówienia. Wszelkie propozycje zmian muszą zostać zgłoszone Zamawiającemu w formie pisemnej z uzasadnieniem oraz pisemnej zgodzie Zamawiającego.

2.4. Bezpieczeństwo

Zamawiający kładzie bardzo duży nacisk na kwestie bezpieczeństwa oprogramowania komputerowego Wirtualnego Asystenta Maszynisty w zakresie komunikacji pomiędzy

elementami oprogramowania a także w zakresie ochrony przechowywanych i przetwarzanych danych, w tym danych osobowych.

2.4.1. Bezpieczeństwo w zakresie ochrony danych

Wykonawca w ramach analizy przedwdrożeniowej zobowiązany będzie do przedstawienia analizy ryzyka związanego z przetwarzaniem danych osobowych w wytwarzanym oprogramowaniu komputerowym WAM oraz wskazać elementy w architekturze rozwiązania, które będą odpowiedzialne za mitygację ryzyka w zakresie zidentyfikowanych kategorii ryzyka.

Wykonawca na etapie projektowania i wytwarzania systemu informatycznego uwzględni procedury przetwarzania danych z uwzględnieniem zasad **RODO: *privacy by design*** oraz ***privacy by default***:

1. Privacy by design – uwzględnianie ryzyka ochrony danych osobowych w zakresie środków technicznych i organizacyjnych zapewniających ich właściwą ochronę m.in. monitorowanie, testy bezpieczeństwa, zmiany w oprogramowaniu czy nadawaniu uprawnień dla użytkowników.

2. Privacy by default – domyślna ochrona danych polegająca wyłącznie na przetwarzaniu, okresie przechowywania oraz sposobie udostępniania tylko tych danych osobowych, na które pozwalają obowiązujące przepisy prawa oraz są niezbędne do osiągnięcia konkretnego celu. Funkcjonalność aplikacji umożliwi zbieranie i udostępnienie innych danych osobowych ponad te niezbędne w sytuacji, gdy użytkownik w ramach posiadanych uprawnień dokona zmiany domyślnych ustawień aplikacji.

W tabeli 15 przedstawiono szczegółowe wymagania w zakresie ochrony danych przechowywanych i przetwarzanych w oprogramowaniu komputerowym WAM.

Tabela 15. Szczegółowe wymagania w zakresie bezpieczeństwa danych.

Symbol	Opis
WYM.BEZ.01	System musi spełniać wymogi bezpieczeństwa w zakresie dostępu użytkowników do zasobów Systemu poprzez zapewnienie bezpiecznego kanału dostępu i zastosowanie mechanizmów uwierzytelniania i autentykacji użytkownika.
WYM.BEZ.02	System musi zapewnić pełną ochronę przed nieuprawnionym dostępem osób i systemów do danych. W szczególności wszystkie Moduły muszą spełniać wymogi

	przepisów w zakresie dokumentacji i przetwarzania danych osobowych oraz warunków technicznych i organizacyjnych, jakim powinny odpowiadać urządzenia i systemy informatyczne służące do przetwarzania danych osobowych.
WYM.BEZ.03	System musi zapewnić pełną ochronę przed nieuprawnionym dostępem osób i systemów do danych w szczególności musi być zgodny z RODO.
WYM.BEZ.04	System musi zapewniać bezpieczeństwo i poufność zgromadzonych dokumentów, danych przed nieautoryzowanymi zmianami.
WYM.BEZ.05	Komunikacja z systemami zewnętrznymi musi być szyfrowana.
WYM.BEZ.06	Dostęp do aplikacji musi być realizowany kanałami szyfrowanej komunikacji jak HTTPS (w przypadku Aplikacji Zarządzającej) oraz VPN (w przypadku Terminala Maszynisty).
WYM.BEZ.07	Operacje związane z przetwarzaniem danych osobowych powinny być logowane.
WYM.BEZ.08	Komunikacja użytkownika z Systemem musi odbywać się za pomocą bezpiecznego połączenia szyfrowanego SSL z kluczem o długości co najmniej 128 bitów dla wszystkich administratorów.
WYM.BEZ.09	System musi umożliwiać tworzenie i zmianę reguł dotyczących długości oraz stopnia skomplikowania haseł przechowywanych w bazie Systemu, a także umożliwiać określenie czasu, po którym konieczna będzie zmiana hasła.
WYM.BEZ.10	Hasła użytkowników nie mogą być przechowywane w bazie Systemu w postaci jawnej, lecz z wykorzystaniem bezpiecznej funkcji skrótu (np. SHA).
WYM.BEZ.11	System musi umożliwiać ustawienie czasu bezczynności w Systemie, po którym użytkownik zostanie automatycznie wylogowany z Systemu.
WYM.BEZ.12	System musi czasowo blokować konto (z możliwością ręcznego odblokowania przez uprawnionego administratora) przy wielokrotnej próbie zalogowania niewłaściwym hasłem – ilość prób musi być możliwa do ustalania przez administratora.
WYM.BEZ.13	System musi rejestrować udane i nieudane próby logowania do systemu (obejmując między innymi adres IP komputera, z którego dokonywano logowania – wykaz dostępny dla administratora).
WYM.BEZ.14	System będzie gromadził dane osobowe w tym dane wrażliwe, w związku z czym konieczne jest zapewnienie przez Wykonawcę zgodności Systemu informatycznego z aktualnymi aktami prawnymi obowiązującymi w tym zakresie.
WYM.BEZ.15	System powinien zapewniać bezpieczeństwo wszystkich danych zgromadzonych w bazie danych Systemu poprzez mechanizm wykonywania kopii zapasowych tych danych wraz z możliwością ich odtwarzania po Awarii.
WYM.BEZ.16	W ramach realizacji zamówienia Wykonawca opracuje procedury backupu i przywracania danych, które przedłoży do akceptacji Zamawiającego.
WYM.BEZ.17	System musi spełniać wymagania określone w Ustawie z dnia 10 maja 2018 r. o ochronie danych osobowych oraz wewnętrznych przepisów Zamawiającego wynikających z ww. ustawy.
WYM.BEZ.18	System musi być zgodny z wytycznymi zawartymi w OWASP ASVS oraz być wolnym od podatności zawartych w dokumencie OWASP TOP. Wykonawca zapewni zgodność Systemu z wytycznymi OWASP. Wykonawca stosować będzie aktualną na dzień zawarcia umowy wersję OWASP ASVS oraz OWASP-TOP 10. Wykonawca przeprowadzi przy udziale Zamawiającego audyt oraz analizę wymaganych dla potwierdzenia zgodności z powyższymi dokumentami testów bezpieczeństwa.

	Wykonawca przedstawi raport oraz analizę z audytu.
WYM.BEZ.19	System musi być odporny na znane techniki ataku i włamań typowych dla technologii, w której został wykonany w tym m.in. na: 1. SQL Injection. 2. Broken Authentication and Session Management. 3. Insecure Direct Object References. 4. Security Misconfiguration. 5. Sensitive Data Exposure. 6. Missing Function Level Access Control. 7. Cross-Site Request Forgery. 8. Using Components with Known Vulnerabilities. 9. Unvalidated Redirects and Forwards. 10. Penetracja niepublicznych zasobów serwera.
WYM.BEZ.20	W przypadku innych lub pojawienia się nowych, nieznanymi wcześniej, technik włamań Wykonawca zobowiązany jest do ich analizy i niezwłocznego dostarczenia niezbędnych poprawek i uaktualnień eliminujących podatności dostarczonego Systemu.
WYM.BEZ.21	Administracyjny dostęp do elementów systemu nieobjęty funkcjami kontroli dostępu zapewnianymi przez mechanizmy uwierzytelniania i autoryzacji samego systemu (np. bezpośredni dostęp do tabel bazy danych) możliwy będzie wyłącznie z wybranych, wskazanych przez Zamawiającego lokalizacji i maszyn.
WYM.BEZ.22	Dostęp użytkownika do danych osobowych zwykłych i wrażliwych będzie wymagał uwierzytelnienia.
WYM.BEZ.23	Baza danych powinna zapewniać separację danych – podział danych na dwie części – odseparowanie danych wrażliwych (niosących w sobie informacje identyfikujące) od pozostałych danych.
WYM.BEZ.24	Serwery systemu muszą podlegać ochronie przed nieuprawnionym dostępem do danych na poziomie uprawnień systemu operacyjnego.
WYM.BEZ.25	System musi umożliwiać planowe wykonywanie kopii zapasowych danych, w postaci pełnej lub przyrostowej.
WYM.BEZ.26	System musi umożliwiać swobodne ustalanie harmonogramu automatycznego tworzenia kopii zapasowych danych. Poza mechanizmem automatycznym, musi umożliwiać wykonanie kopii zapasowej w dowolnej chwili na żądanie administratora.
WYM.BEZ.27	System musi tworzyć i utrzymywać log systemu, rejestrujący historię logowania do systemu wszystkich użytkowników oraz wykonane przez nich czynności wprowadzania, modyfikacji i usuwania danych.
WYM.BEZ.28	W przypadku każdej (zarówno udanej, jak i nieudanej) próby uwierzytelnienia i wylogowania z Systemu, musi rejestrować następujące informacje: czas wykonania próby uwierzytelnienia, wprowadzony identyfikator użytkownika, adres IP komputera, z którego wykonano próbę uwierzytelnienia, rezultat procedury uwierzytelniania oraz autoryzacji (przyznanie lub odmowa dostępu z informacją o przyczynie odrzucenia). System musi umożliwić retencję logów w zależności od czasu oraz w zależności od wielkości pliku logów oraz dostęp do logów historycznych.
WYM.BEZ.29	W systemie nie mogą istnieć nieodnotowane w dokumentacji konta techniczne.

	Jeśli usunięcie zbędnych kont nie jest możliwe, muszą zostać zablokowane.
WYM.BEZ.30	Wszystkie domyślne hasła kont technicznych muszą zostać zmienione.
WYM.BEZ.31	System nie może wyświetlać w sposób czytelny (np. na ekranie monitora itp.) wprowadzanych haseł lub numerów PIN.
WYM.BEZ.32	Automatyczne wylogowanie po określonym w konfiguracji i możliwym do zmiany przez Administratora - osobno dla Aplikacji Zarządzającej oraz Terminala Maszynisty - czasie bezczynności.

3. Wymagania dotyczące realizacji przedmiotu zamówienia

W kolejnych punktach zdefiniowano wymagania dotyczące realizacji przedmiotu zamówienia, uwzględniając wymagania ogólne oraz wymagania dotyczące komunikacji i dokumentów wykorzystywanych w komunikacji.

Przed odbiorem każdego z etapów realizacji przedmiotu zamówienia a także przed odbiorem realizacji całości przedmiotu zamówienia Zamawiający dokona audytu pod kątem spełnienia wymagań zawartych w opisie przedmiotu zamówienia jak również zdefiniowanych pisemnie w trakcie realizacji przedmiotu zamówienia.

3.1. Wymagania ogólne i techniczne

W tabeli 16 przedstawiono katalog minimalnych wymagań ogólnych i technicznych stawianych Wykonawcy przedmiotu zamówienia, które muszą zostać spełnione w docelowym rozproszonym oprogramowaniu komputerowym Wirtualnego Asystenta Maszynisty.

Tabela 16. Katalog wymagań ogólnych i technicznych.

Symbol	Opis
WYM.OIT.01	Oprogramowanie musi zostać dostarczone Zamawiającemu w formie gotowego produktu. Wykonawca odda do użytku Zamawiającego oprogramowanie posiadające wszystkie wymagane funkcje.
WYM.OIT.02	Wykonawca przekaze Zamawiającemu kompletny kod źródłowy, skrypty tworzące bazy danych oraz pełną dokumentację (określoną w pkt. 2.1 – <i>Zakres prac</i>).
WYM.OIT.03	Oprogramowanie musi pozwalać na nieograniczony dostęp pod względem liczby użytkowników i administratorów, realizowany za pomocą przeglądarki internetowej lub aplikacji do wszystkich funkcji systemu.
WYM.OIT.04	Interfejs użytkownika będzie zaprojektowany w zgodzie z powszechnie przyjętymi standardami i szeroko pojętymi dobrymi praktykami w dziedzinie konstruowania intuicyjnego interfejsu użytkownika.

WYM.OIT.05	Nawigacja w GUI musi być czytelna, spójna i logiczna w całym Systemie.
WYM.OIT.06	Oprogramowanie musi umożliwiać skalowanie GUI dla urządzeń mobilnych z zachowaniem odpowiedniego wyglądu na tabletach i smartfonach z wykorzystaniem techniki RWD.
WYM.OIT.07	System będzie w warstwie prezentacyjnej posługiwać się standardem kodowania znaków UTF-8.
WYM.OIT.08	Dostarczony interfejs użytkownika musi być w języku polskim oraz angielskim z możliwością przypisania użytkownikom języka domyślnego a także ręcznego przełączenia języków interfejsu w trakcie korzystania z oprogramowania.
WYM.OIT.09	Cała dostarczona dokumentacja musi być w języku polskim oraz angielskim.
WYM.OIT.10	Czas jednorazowego pobrania danych z kolejowych zasobów informacyjnych WOS, WOC, SRJ i RJ nie może przekraczać 10 minut.
WYM.OIT.11	System musi poprawnie interpretować, łączyć dane z kolejowych zasobów informacyjnych WOS, WOC, SRJ i RJ przy użyciu wyodrębnionych przez Wykonawcę w procesie analizy kluczy danych oraz poprawnie łączyć te dane z danymi znajdującymi się CBD. Poprawne łączenie danych musi dotyczyć powyżej 90% dostępnych danych.
WYM.OIT.12	System WAM musi poprawnie identyfikować klasę składów kolejowych do której należy konkretny skład kolejowy, na podstawie jego parametrów takich jak masa, długość, przeznaczenie (transport pasażerski lub towarowy), rodzaj i typ zastosowanego hamulca, moc lokomotywy.
WYM.OIT.13	Określanie parametrów eksploatacyjnych służących do wyznaczania krzywych eksploatacyjnych z dokładnością do 10% parametrów eksploatacyjnych rzeczywistych składów kolejowych danej klasy na danym szlaku komunikacyjnym.
WYM.OIT.14	Komunikaty głosowe wydawane Terminalowi Maszynisty przez Maszynistę muszą być konwertowane na polecenie oprogramowania w czasie poniżej 1 (jednej) sekundy.
WYM.OIT.15	Komunikaty z ZKM muszą być prezentowane w następujących trybach prezentacji: grafiki (zdjęcia oraz piktogramy reprezentujące obiekty, których dotyczy komunikat), etykiet tekstowych z opisem i ewentualnymi parametrami o długości nieprzekraczającej 256 znaków, oraz w formie powiadomień głosowych.
WYM.OIT.16	ZKM musi udostępniać Terminalom Maszynisty, a Terminal Maszyniście musi następnie udostępniać Maszyniście komunikatów oraz informacji dotyczących: a) sygnalizatorów stałych; b) wskaźników; c) sygnalizacji tymczasowej, zastępczej i awaryjnej; d) lokalizacji stacji kolejowych; e) lokalizacji torów zasadniczych; f) lokalizacji głównych oraz dodatkowych peronów i miejsc zatrzymania składu kolejowego; g) lokalizację mostów, wiaduktów tuneli i innych obiektów budowlanych;

	h) lokalizację przejść i przejazdów kolejowych leżących w poziomie szyn; i) lokalizację dzikich (niewyznaczonych) przejść i przejazdów kolejowych; j) lokalizację i opis miejsc niebezpiecznych; k) nieprawidłowości stwierdzone przez maszynistów; l) profilu pionowy szlaku kolejowego.
WYM.OIT.17	Zaimplementowany mechanizm nakładania informacji i komunikatów na wyświetlany na ekranie Terminala Maszynisty obraz z kamery wideo musi spełniać następujące warunki techniczne: a) obiekty na ekranie Terminala Maszynisty muszą być prezentowane z uwzględnieniem aktualnej pozycji geograficznej oraz kierunku ruchu składu kolejowego; b) odległość od obiektu prezentowanego na ekranie Terminala Maszynisty nie może być mniejsza niż 300 metrów; c) czas wyprzedzenia prezentacji obiektu holograficznego (piktogram, etykieta tekstowa) na ekranie Terminala Maszynisty musi wynosić od 5 sekund do 60 sekund ze skokiem co jedną sekundę – czas wyprzedzania będzie dynamicznie określany na podstawie aktualnej prędkości składu kolejowego; d) liczba prezentowanych jednocześnie obiektów holograficznych nie może przekroczyć 10; e) wraz z przybliżaniem / oddalaniem się składu kolejowego od prezentowanego obiektu oprogramowanie Terminala Maszynisty musi dynamicznie zmieniać jego wielkość; f) częstotliwość odświeżania prezentowanych na ekranie Terminala Maszynisty elementów holograficznych nie może być mniejsza niż 25 Hz; g) czas sklasyfikowania i prezentacji w formie czytelnych znaków graficznych oraz tekstu nie może przekroczyć 2 sekund.
WYM.OIT.18	Aplikacja Zarządzająca musi być zaprojektowana zgodnie z 25 wymaganiami zdefiniowanymi w WCAG 2.1.
WYM.OIT.19	Aplikacja Zarządzająca umożliwiać będzie pracę z przeglądarkami, które zgodnie z rankingiem http://ranking.gemius.com/pl/ranking/browsers/ posiadają minimum 5% udziału w rynku.

3.2. Wymagania w zakresie komunikacji

W trakcie realizacji przedmiotu zamówienia dopuszcza się dwie formy komunikacji: **a)** komunikację pisemną oraz **b)** komunikację ustną. W skład obu form komunikacji zalicza się:

1. Komunikacja pisemna – dokument papierowy, dokument elektroniczny lub podpisany skan załączony do listu elektronicznego (e-mail), list elektroniczny (e-mail).

2. Komunikacja ustna – telefon, SMS, komunikator, spotkanie.

W komunikacji wyróżnia się dwie strony: **a)** osobą informującą oraz **b)** adresata informacji.

Tabela 17 przedstawia wzajemne zobowiązania obu stron komunikacji.

Tabela 17. Zobowiązania stron komunikacji.

Strona	Zobowiązanie
Informujący	Przekazanie informacji zgodnie z określoną ścieżką raportowania.
	Przekazanie informacji w formie zależnej od poziomu informacji.
Adresat	Potwierdzenie otrzymanie informacji natychmiast po jej otrzymaniu.
	Poinformowanie o planowanym terminie udzielenia odpowiedzi.
	Udzielenie odpowiedzi.

Komunikacja będzie dotyczyła ustaleń i decyzji na trzech poziomach, przedstawionych i scharakteryzowanych w tabeli 18.

Tabela 18. Poziomy decyzji projektowych.

Poziom decyzji	Opis	Dopuszczalna forma komunikacji	Podjmujący decyzję
Operacyjny	Informacje konieczne do sprawnego zarządzania pracami, niewymagające formalnego zatwierdzenia.	Pisemna, ustna.	Kierownicy Projektu
Taktyczny	Informacje o istotnym znaczeniu dla realizacji Przedmiotu Zamówienia, wymagające akceptacji będącej w gestii osób należących do struktury organizacyjnej projektu.	Pisemna	Kierownicy Projektu
Strategiczny	Informacje o strategicznym znaczeniu dla realizacji Przedmiotu Zamówienia, wymagające zachowania formalnej drogi ich przekazywania, udzielania odpowiedzi oraz zatwierdzania Komitetu Sterującego.	Pisemna	Komitet Sterujący Projektem

W trakcie realizacji przedmiotu zamówienia zakłada się listę dokumentów wykorzystywanych w komunikacji między Zamawiającym a Wykonawcą przedstawioną w tabeli 19. Wszystkie dokumenty przekazywane będą w formie pisemnej.

Tabela 19. Lista dokumentów wykorzystywanych do komunikacji w projekcie.

Rodzaj informacji	Częstotliwość
Raport z postępu prac	Co dwa tygodnie.
Uzgodnienia organizacyjne	Na bieżąco.
Notatka ze spotkania Komitetu Sterującego	Co miesiąc.
Notatka ze spotkania Kierowników Projektu	Na bieżąco.
Notatka ze spotkania problemowego	Na bieżąco.
Decyzja w sprawie zmian w projekcie	Na bieżąco.
Protokół przekazania / odbioru etapu / całości prac	Zgodnie z harmonogramem projektu.
Notatka ze spotkań Zespołu projektowego	Na bieżąco.
Zgłoszenie gotowości odbioru	Zgodnie z harmonogramem projektu.