

**WSTĘPNY OPIS
PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA
NA ZAKUP TRAMWAJU DIAGNOSTYCZNEGO
DO POMIARÓW PARAMETRÓW SIECI
TRAKCYJNEJ I TORÓW**

DEZ/035/2026

Spis treści

Słownik definicji.....	3
Część I Wymagania podstawowe	5
CZĘŚĆ II Warunki eksploatacyjne.....	10
1. Warunki środowiskowe.....	10
2. Warunki techniczne związane z infrastrukturą torową Zamawiającego	10
Część III Urządzenia stosowane w taborze Zamawiającego jako systemowe	22
Część IV Wymagania szczegółowe dotyczące budowy tramwaju	29
1. Konstrukcja tramwaju	29
2. Konstrukcja i zagospodarowanie dachu	31
3. Wózki wagonowe i przystosowanie do toczenia obręczy kół na tokarkach podtorowych	32
4. Układ elektryczny	35
5. Układ piaskowania.....	38
6. Część wyposażeniowo - techniczna tramwaju	39
7. Kabiny motorniczego	65
8. Terminal motorniczego.....	68
9. Sieć i urządzenia komunikacyjne	68
10. System Diagnostyki	71
11. Przystosowanie tramwaju do podnoszenia i sprowadzania na wózku holowniczym oraz przetaczania na wózkach technologicznych.....	72
12. Analiza skrajni, badanie bezpieczeństwa przed wykołajeniem i współpraca koło-szyna.....	73
Część V Planowo - zapobiegawcze obsługi techniczne.....	75
Część VI Eksploatacja i wymiana obręczy kół.....	76
Część VII Dokumentacja techniczna i oprogramowanie.....	77
Część VIII Szkolenia przygotowujące do obsługi i naprawy tramwaju	82

Słownik definicji

Stosowane w SWZ nazewnictwo należy rozumieć zgodnie z podanymi niżej definicjami:

Części	proste elementy, na które można rozłożyć wyrób, przy czym pojęcie to obejmuje pojedyncze elementy (np. śruby, nakrętki, podkładki), jak i zestawy elementów stanowiących zespoły najniższego rzędu (np. łożyska toczne).
Dni robocze	dni od poniedziałku do piątku włącznie, z wyłączeniem przypadających w te dni ustawowo wolnych od pracy, zgodnie z przepisami obowiązującymi na terenie Rzeczypospolitej, w szczególności określonymi w art. 1 pkt 1 i art. 1a ustawy z dnia 18 stycznia 1951 r. o dniach wolnych od pracy (t.j.: Dz.U. z 2025 r. poz. 296).
Element	zespół, podzespół, część i element strukturalny.
Karta identyfikacyjna	karta służąca do szybkiej identyfikacji właściciela, którą posiada każdy pracownik Zamawiającego; cechują ją: numer, imię i nazwisko, zdjęcie właściciela oraz znak firmowy Zamawiającego.
Materiały eksploatacyjne	części zużywające się, takie jak: klocki hamulcowe, ślizgi węglowe odbieraka prądu, trzpienie smarne, piórka wycieraczek, żarówki i źródła światła, bezpieczniki, szczotki ścierające się, wkłady filtrów oleju i powietrza oraz materiały takie jak: piasek, olej, smar; materiałem eksploatacyjnym nie są obręcze kół.
Naprawa	zbiór czynności, których celem jest usunięcie wady i przywrócenie właściwości użytkowych układów, urządzeń i elementów.
Naprawa powypadkowa	zbiór czynności, których celem jest usunięcie, w okresie gwarancji jakości udzielonej na tramwaj, uszkodzeń nie będących następstwem ujawnienia się wad, tj. uszkodzeń powstałych w szczególności w wyniku zderzeń z innymi pojazdami, wykolejeń, dewastacji lub innych zdarzeń losowych.
Naprawa główna (remont)	naprawa o zakresie mającym na celu przywrócenie tramwajowi sprawności technicznej niezbędnej do wykonania przez tramwaj przebiegu do następnej naprawy głównej; naprawa główna polega na demontażu na zespoły, podzespoły, części i ewentualnie elementy strukturalne, ich weryfikacji, naprawie lub wymianie i ponownym montażu. Obejmuje wykonanie zestawu uprzednio zaplanowanych czynności, dokonywanych po określonym czasie lub po określonym przebiegu tramwaju.
PGS	skrótowe określenie płaszczyzny główek szyn, stanowiącej odniesienie dla wysokościowego wymiarowania względem toru obiektów infrastruktury oraz określonych elementów tramwaju, w przypadku toru bez przechyłki jest to poziom główek szyn.
Podzespół	zespół niższego rzędu wchodzący w skład bardziej skomplikowanego zespołu.
Przegląd (planowo - zapobiegawcza obsługa techniczna)	wykonywanie czynności mających na celu utrzymanie tramwaju w stanie gotowości eksploatacyjnej; polega na wykonywaniu czynności niezbędnych do zapewnienia sprawności technicznej wszystkich

	układów, urządzeń i elementów tramwaju oraz niedopuszczeniu do wystąpienia zjawisk mogących zwiększyć intensywność ich zużycia; obejmuje wykonanie zestawu uprzednio zaplanowanych czynności, dokonywanych po określonym czasie lub po określonym przebiegu tramwaju.
Pudło	ujęte w normie PN-EN 12663-1+A2:2024-04 określenie "pudło" jest równoważne z użytym w tekście SWZ, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych tramwajów i trolejbusów oraz zakresu ich wyposażenia, określeniem "nadwozie".
Układ	zestaw urządzeń lub elementów powiązanych instalacyjnie w funkcjonalną całość.
Urządzenie	zestaw elementów służący do wykonania określonych czynności.
Wada	nieprawidłowość wynikająca z przyczyn leżących po stronie Wykonawcy, skutkująca zmianą wymiarów lub kształtu, parametrów, własności fizykochemicznych, naruszeniem ciągłości lub zaprzestaniem wykonywania przewidzianej funkcji, występująca w zakresie użytkowania tramwaju, aparatury lub oprogramowania.
Zespół	zestaw części stanowiący gotowy wyrób produkowany przez wyspecjalizowane podmioty (np. silnik, przetwornica, odbierak prądu) lub też zestaw wynikający z wymagań technologii montażu (np. w układzie hamulców tarczowych hydrogeret, zacisk hamulcowy z tarczą).
Sztuczna inteligencja	systemy informatyczne wykorzystujące metody uczenia maszynowego (Machine Learning), w szczególności modele głębokiego uczenia (Deep Learning), zdolne do automatycznej analizy danych pomiarowych, obrazowych lub sygnałowych, identyfikacji wzorców oraz klasyfikacji lub detekcji usterek infrastruktury lub pojazdów, bez konieczności stosowania wyłącznie sztywno zdefiniowanych reguł algorytmicznych.

Część I

Wymagania podstawowe

1. Przedmiotem zamówienia jest zakup tramwaju diagnostycznego do pomiarów parametrów sieci trakcyjnej i torów (wraz z wideo inspekcją) wraz ze szkoleniem oraz dokumentacją techniczną łącznie z licencjami i oprogramowaniem łącznie z licencjami.
2. Tramwaj musi być wykonany jako dwukierunkowy, jednoczołonowy, przystosowany do łączenia z tramwajami eksploatowanymi przez Zamawiającego w dwuwagonowy zespół tramwajowy i musi być przeznaczony do diagnostyki torów i sieci trakcyjnej.
3. Wymagane jest, aby nacisk statyczny osi tramwaju nie przekraczał w przypadku każdej z osi 100 kN.
4. Tramwaj musi być przystosowany do pokonywania wzniesień (wjazd i zjazd) wynoszących do 6% na długości do 250 m, z możliwością zatrzymania na wymienionym odcinku. Wartości możliwych przyspieszeń rozruchu, opóźnień hamowania i prędkości jazdy muszą być dostosowane do tych warunków.
5. Tramwaj musi być tak zbudowany, aby zapewniał we wszystkich przypadkach bezpieczne wymijanie innych tramwajów (z zastrzeżeniem ust. 7) eksploatowanych już przez Zamawiającego, będących w ruchu i stojących, oraz bezpieczny przejazd i otwieranie drzwi przy budowlach, w tym przy peronach przystankowych o wysokości krawędzi do 220 mm, licząc prostopadłe do PGS i w odległości od osi toru wynoszącej 1250 mm. Należy przewidzieć obustronne otwieranie drzwi przy obu kabinach motorniczego. Wymagania te muszą być spełnione z uwzględnieniem poszerzeń skrajni budowli na łukach zgodnie z normą PN-K 92009:1998 oraz przy założeniu, że inne elementy infrastruktury są położone względem toru zgodnie z tą normą. Dla tramwajów już eksploatowanych przez Zamawiającego powyżej wysokości 200 mm nad PGS obwiednia statyczna powiększona o efekt dynamiczny (półszerokość wykorzystywana przez tramwaj) nie wykracza poza kontur odniesienia skrajni kinematycznej tramwaju podany w normie PN-K 92008:1998 na rysunku nr 8.
6. Długość tramwaju nie może być krótsza niż 12,5 m i dłuższa niż 14,0 m.
7. Tramwaj musi być przystosowany do bezpiecznej i oszczędnej eksploatacji na torowiskach Zamawiającego, przez co należy rozumieć:
 - 7.1. bezpieczeństwo przed wykołajeniem,
 - 7.2. współpracę tramwaj - tor przy zoptymalizowanym zużyciu kół i szyn,
 - 7.3. zminimalizowaną pracochłonność planowo - zapobiegawczych usług technicznych,
 - 7.4. ograniczenie prądu pobieranego z sieci trakcyjnej przez tramwaj, tak aby nie przekraczał 700 A,
 - 7.5. zminimalizowane zużycie energii elektrycznej przez napęd tramwaju oraz układy pomocnicze i wyposażenie, poprzez zastosowanie urządzeń charakteryzujących się wysoką sprawnością energetyczną.
8. Tramwaj musi mieć elektronicznie sterowany napęd wykorzystujący silniki prądu przemiennego.
9. Tramwaj musi być wyposażony w urządzenia grzewcze i klimatyzacyjne z osobnym układem sterowania dla części wyposażeniowo - technicznej i każdej z kabin motorniczego.
10. Tramwaj musi być wyposażony w urządzenie blokady alkoholowej spełniające poniższe wymagania:
 - 10.1. identyfikacja motorniczego na podstawie karty identyfikacyjnej,
 - 10.2. umożliwienie wykonania pomiaru trzeźwości podczas obsługi tramwaju:
 - 10.2.1. przy pierwszym logowaniu się motorniczego podczas rozpoczęcia pracy,
 - 10.2.2. przy kolejnym logowaniu/zwolnieniu funkcji parking przez motorniczego,

- 10.2.3. po upływie min. 4h dla dotychczasowo użytej karty identyfikacyjnej,
- 10.2.4. każde badanie musi być realizowane w wyznaczanych strefach pętli lub zajezdni,
- 10.3. uniemożliwienie jazdy tramwajem w przypadku wyniku pozytywnego na zawartość alkoholu,
- 10.4. rejestracja czasu wykonania pomiaru oraz wartości stężenia alkoholu, przez okres 4 miesięcy od daty przeprowadzenia pomiaru wraz z danymi o lokalizacji tramwaju.
- 11. Tramwaj musi być przystosowany do warunków środowiskowych i klimatycznych m. st. Warszawy oraz warunków technicznych wynikających z budowy torowisk i systemu zasilania Zamawiającego, określonych w części II.
- 12. Tramwaj musi być zbudowany tak, aby charakteryzował się:
 - 12.1. minimum 40 letnim okresem eksploatacji,
 - 12.2. rozwiązaniami technicznymi gwarantującymi bezpieczeństwo motorniczego i załogi oraz użytkowników drogi,
 - 12.3. dużą niezawodnością eksploatacyjną, tj. niskim wskaźnikiem awaryjności oraz łatwością przełączeń, pozwalającą na sprawne działanie w sytuacjach awaryjnych w celu niedopuszczenia do blokowania trasy,
 - 12.4. ograniczeniem emisji czynników szkodliwych dla zdrowia w kabinach motorniczego, tj. hałas, drgania ogólne, pole i promieniowanie elektromagnetyczne z zakresu częstotliwości 0-300 GHz nie mogą przekraczać wartości dopuszczalnych podanych w Rozporządzeniu Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy Dz.U. 2018 poz. 1286, z późn. zm.),
 - 12.5. ograniczeniem emisji hałasu infradźwiękowego w kabinach motorniczego, który nie może przekroczyć wartości dopuszczalnych podanych w PN-Z-01338:2010.
- 13. Użyte materiały i fabryczne zabezpieczenia antykorozyjne muszą zapewniać co najmniej 12-letnią eksploatację tramwaju bez ujawnienia się ognisk korozji (miejsc powstawania tzw. rdzy) i zmian powłoki lakierniczej, np. rozwarstwiania się.
- 14. Tramwaj musi być wykonany z uwzględnieniem przeprowadzania jego planowo - zapobiegawczych obsług technicznych, co oznacza, że okresowe prace obsługowe powinny być ułatwione przez prosty dostęp i możliwość szybkiego demontażu określonych elementów.
- 15. Tramwaj musi być wyposażony w urządzenia systemowe dotychczas stosowane w taborze Zamawiającego lub równoważne (kompatybilne) do stosowanych w taborze Zamawiającego, zgodnie z zapisami w części III. Opis posiadanych przez Zamawiającego urządzeń i systemów został umieszczony w SWZ w celu możliwości dostosowania przez Wykonawców oferowanych urządzeń i systemów do posiadanych przez Zamawiającego, w kontekście ich wymaganej współpracy z tymi urządzeniami i systemami i w żadnym przypadku nie może być rozumiany jako wymóg Zamawiającego wyłącznego zawarcia w ofercie urządzeń i systemów posiadanych przez Zamawiającego.
- 16. Tramwaj musi posiadać system diagnostyki pokładowej obrazowany na terminalu i przesyłany do aplikacji zainstalowanej na środowisku serwerowym.
- 17. Wszystkie urządzenia stanowiące wyposażenie tramwaju muszą spełniać swoje funkcje, bez wzajemnych kolizji.
- 18. Tramwaj musi odpowiadać warunkom technicznym określonym w:
 - 18.1. ustawie Prawo o ruchu drogowym z dnia 20 czerwca 1997 r. (tekst jednolity: Dz.U. z 2024 r., poz. 1251 z późn. zm.),
 - 18.2. ustawie z dnia 14 kwietnia 2023 r. o systemach homologacji pojazdów oraz ich wyposażenia (Dz.U. 2023 poz. 919),

18.3. rozporządzeniach:

- 18.3.1. Ministra Infrastruktury z dnia 2 marca 2011 r. w sprawie warunków technicznych tramwajów i trolejbusów oraz zakresu ich niezbędnego wyposażenia (Dz.U. z 2011 r., Nr 65, poz. 344),
- 18.3.2. Ministra Infrastruktury z dnia 17 października 2023 r. w sprawie homologacji typu tramwajów i trolejbusów (Dz.U. z 2023 poz. 2385),
- 18.3.3. Ministra Infrastruktury z dnia 28 stycznia 2011 r. w sprawie zakresu, warunków, terminów i sposobu przeprowadzania badań technicznych tramwajów i trolejbusów oraz jednostek wykonujących te badania (tekst jednolity: Dz.U. z 2024 r., poz. 1736 z późn. zm.),
- 18.3.4. Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz.U. 2018 poz. 1286 z późn. zm.),
- 18.3.5. rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 16 grudnia 2021 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy w komunikacji miejskiej oraz autobusowej komunikacji międzymiastowej (Dz. U. z 2022 r., poz. 125 z późn. zm.),

18.4. w budowie, wyposażeniu i dokumentacji tramwaju należy również uzyskać spełnienie wymagań zawartych w poniższych dokumentach:

- 18.4.1. PN-K 88250:1991, PN-K 88250:1991/Ap1:2000 Tabor tramwajowy – Urządzenie sprzęgające tramwajowego międzywagonowego sprzęgu,
- 18.4.2. PN-EN 60623:2017 Ogniwa i baterie wtórne zawierające zasadowe lub inne niekwasowe elektrolity. Pojedyncze ogniwa akumulatorowe niklowo-kadmowe, prostopadłościennne, otwarte,
- 18.4.3. PN-EN 50163:2006, PN-EN 50163:2006/A1:2007, PN-EN 50163:2006/AC:2010 Zastosowania kolejowe. Napięcia zasilania systemów trakcyjnych,
- 18.4.4. PN-S 04100:1991 Drgania. Metody badań i oceny drgań mechanicznych na stanowiskach pracy w pojazdach,
- 18.4.5. PN-EN 12663-1+A2:2024-04 Kolejnictwo – Wymagania konstrukcyjne dotyczące pudeł kolejowych pojazdów szynowych – Część 1: Lokomotywy i tabor pasażerski (i metoda alternatywna dla wagonów towarowych),
- 18.4.6. PN-K 92009:1998 Komunikacja miejska – Skrajnia budowli – Wymagania,
- 18.4.7. PN-EN 60349-2:2011 Zastosowania kolejowe – Elektryczne maszyny wirujące do pojazdów szynowych i drogowych – Część 2: Maszyny prądu przemiennego zasilane z przekształtników energoelektronicznych,
- 18.4.8. PN-EN 50121-3-1:2017-05 Zastosowania kolejowe – Kompatybilność elektromagnetyczna. Część 3-1: Tabor – Pociąg i kompletny pojazd,
- 18.4.9. PN-EN 50121-3-2:2017-04 Zastosowania kolejowe – Kompatybilność elektromagnetyczna – Część 3-2: Tabor – Aparatura,
- 18.4.10. PN-EN 50155:2022-05 Zastosowania kolejowe – Tabor – Wyposażenie elektroniczne,
- 18.4.11. PN-EN 50264-1:2008 Kolejnictwo – Przewody kolejowe elektroenergetyczne i sygnalizacyjne o szczególnej odporności na działanie ognia – Część 1: Wymagania ogólne,
- 18.4.12. PN-EN 60077-1:2018-01 Zastosowania kolejowe – Wyposażenia elektryczne taboru kolejowego – Część 1: Podstawowe warunki eksploatacji i zasady ogólne,
- 18.4.13. PN-EN 14363+A2:2023-01 Kolejnictwo – Badania i symulacje modelowe

- właściwości dynamicznych pojazdów szynowych przed dopuszczeniem do ruchu – Badania właściwości biegowych i próby stacjonarne,
- 18.4.14. PN-EN 15227+A1:2025-03 Kolejnictwo – Wymagania dotyczące wytrzymałości zderzeniowej pojazdów szynowych,
 - 18.4.15. PN-EN 15085-1:2023-11 Kolejnictwo – Spawanie pojazdów szynowych i ich części składowych – Część 1 – Postanowienia ogólne,
 - 18.4.16. PN-EN 15085-2+A2:2025-12 Kolejnictwo – Spawanie pojazdów szynowych i ich części składowych – Część 2 – Wymagania dotyczące zakładu spawalniczego,
 - 18.4.17. PN-EN 15085-3+A1:2023-09 Kolejnictwo – Spawanie pojazdów szynowych i ich części składowych – Część 3 – Wymagania projektowe,
 - 18.4.18. PN-EN 15085-4:2023-08 Kolejnictwo – Spawanie pojazdów szynowych i ich części składowych – Część 4 – Wymagania produkcyjne,
 - 18.4.19. PN-EN 50124-1:2017-09 Zastosowania kolejowe – Koordynacja izolacji – Część 1: Wymagania podstawowe – Odstępy izolacyjne powietrzne i powierzchniowe dla całego wyposażenia elektrycznego i elektronicznego,
 - 18.4.20. PN-EN 50124-2:2017-09 Zastosowania kolejowe – Koordynacja izolacji – Część 2: Przepięcia i ochrona przeciwprzepięciowa,
 - 18.4.21. PN-EN 50125-1:2014-06 Zastosowania kolejowe – Warunki środowiskowe stawiane urządzeniom – Część 1: Tabor i wyposażenie pokładowe,
 - 18.4.22. PN-EN 61287-1:2014-12 Zastosowania kolejowe – Przekształtniki mocy instalowane w taborze – Część 1: Charakterystyka i metody badań,
 - 18.4.23. PN-K 92004:2007 Tabor tramwajowy – Odbierak prądu tramwajowy – Wymagania i metody badań,
 - 18.4.24. PN-EN 50153:2014-11 Zastosowanie kolejowe – Tabor – Środki ochrony przed zagrożeniami elektrycznymi,
 - 18.4.25. PN-EN 61310-1:2009 Bezpieczeństwo maszyn – Wskazywanie, oznaczanie i sterowanie – Część 1: Wymagania dotyczące sygnałów wizualnych, akustycznych i dotykowych,
 - 18.4.26. PN-Z- 01338:2010 Akustyka - Pomiar i ocena hałasu infradźwiękowego na stanowiskach pracy,
 - 18.4.27. PN-EN ISO 3381:2022-02 Kolejnictwo - Akustyka - Pomiar hałasu wewnątrz pojazdów szynowych,
 - 18.4.28. PN-EN ISO 3095:2026-03 Kolejnictwo - Akustyka - Pomiar hałasu emitowanego przez pojazdy szynowe,
 - 18.4.29. PN-EN 14750:2025-05 Kolejnictwo – Klimatyzacja - Klimatyzacja dla taboru miejskiego, podmiejskiego oraz regionalnego: parametry komfortu i badania typu,
 - 18.4.30. PN-EN 45545-2+A2:2024-04 (lub nowszej) Kolejnictwo – Ochrona przeciwpożarowa w pojazdach szynowych – Część 2: Wymagania dla materiałów i elementów w zakresie właściwości ogniowych
 - 18.4.31. Atlasie miar człowieka – Dane do projektowania i oceny ergonomicznej (autor: Adam Gedliczka, wyd. CIOP Warszawa 2001 r.),
19. Zamawiający dopuszcza rozwiązania równoważne rozwiązaniom opisanym za pomocą Polskich Norm. Wykonawca, który powoła się w ofercie na rozwiązania równoważne opisywanym przez Zamawiającego, jest obowiązany wykazać, że oferowane przez niego rozwiązania spełniają wymagania określone przez Zamawiającego.

20. Wszystkie oznaczenia i napisy w tramwaju, poza tabliczkami znamionowymi podzespołów, muszą być w języku polskim.
21. Elementy i materiały użyte do budowy tramwaju muszą być fabrycznie nowe. Nie dopuszcza się stosowania elementów używanych lub regenerowanych (wyłączając z zapisu wózki tramwajowe udostępnione przez Zamawiającego).
22. Dostarczony tramwaj musi być fabrycznie nowy, wcześniej nie eksploatowany.

CZĘŚĆ II

Warunki eksploatacyjne

1. Warunki środowiskowe

- 1.1. Przystosowanie tramwaju do warunków środowiska musi uwzględniać:
 - 1.1.1. całoroczną eksploatację w różnych warunkach pogodowych (deszcz, śnieg, grad, mgła, mróz, wysokie temperatury, wiatr, wyładowania atmosferyczne),
 - 1.1.2. postój (garażowanie) przemiennie w halach i na odkrytym placu,
 - 1.1.3. zbieranie się wody na torowisku po opadach deszczu i topnieniu śniegu,
 - 1.1.4. zaśnieżenie torowiska,
 - 1.1.5. zanieczyszczenie powietrza i zapylenie charakterystyczne dla miasta,
 - 1.1.6. wykorzystanie w okresie zimowym środków chemicznych do zimowego utrzymania dróg.
- 1.2. Warunki klimatyczne dla m.st. Warszawy:
 - 1.2.1. temperatura maksymalna: +45°C,
 - 1.2.2. temperatura minimalna: –25°C z incydentalnymi spadkami do –30°C,
 - 1.2.3. maksymalna wilgotność względna: 98%,
 - 1.2.4. maksymalna prędkość wiatru: 38 m/s,
 - 1.2.5. występują: ulewne deszcze, duże opady śniegu, zawieje i zamiecie śnieżne.

2. Warunki techniczne związane z infrastrukturą torową Zamawiającego

Tabela 1. Warunki techniczne związane z infrastrukturą torową

L.p.	Wyszczególnienie	Wartość parametru
1	2	3
2.1 Układ geometryczny torów w planie sytuacyjnym i w przekroju poprzecznym		
2.1.1	Minimalne promienie łuków kołowych poziomych R_{min}	
	a) w torach szlakowych	25 m
	b) w węzłach rozjazdowych, na pętlach i w Zajezdniach	18 m
	c) w zwrotnicach rozjazdów	50 m
	d) w torach za zwrotnicą (włącznie z krzyżownicami – według zasady zobrazowanej na rysunku nr 2)	18 m
2.1.2	Charakterystyka łuków złożonych typu „S” i „C” (według rysunku nr 1), występujących w najbardziej niekorzystnych lokalizacjach na pętlach w Zajezdniach i w węzłach rozjazdowych	
	a) minimalna długość wstawki prostej W_{min}	0 m – bez wstawki prostej

L.p.	Wyszczególnienie	Wartość parametru
1	2	3
	b) promienie zasadniczych łuków kołowych (pomiędzy łukami przejściowymi) Ri	18 ÷ 50 m
	c) kolejne kąty zwrotu • i	4° ÷ 82°
	d) kąty zwrotu (niesymetrycznie) • i	min. 4°
2.1.3	1) Odległość krawędzi peronu od osi toru w stanie nominalnym, tj. bez uwzględnienia zużycia bocznego szyn oraz tolerancji wykonania i utrzymania krawężnika (dopuszczalne zużycie boczne szyn jest określone w pkt 2.7 tabeli, a tolerancja wykonania i utrzymania położenia krawężnika peronu od położenia nominalnego jest podana w nawiasie)	
	a) na prostych	1,25 m (± 0,01 m)
	b) w łukach i na przejściach prosta/łuk	1,25 m +Pi lub Pa w zależności od tego, czy peron jest położony na wypukłej (Pa) lub wklęsłej (Pi) stronie łuku – według zasady zobrazowanej na rysunku nr 3 i rysunku nr 8.
	2) Wysokość krawędzi peronu mierzona od płaszczyzny główek szyn (PGS) w stanie nominalnym, tj. względem szyn niezużytych i bez uwzględnienia tolerancji wykonania i utrzymania krawężnika (dopuszczalne zużycie pionowe szyn jest określone w pkt 2.6 tabeli, a tolerancja wykonania i utrzymania wysokości krawędzi peronu względem szyn niezużytych jest podana w nawiasie)	
	a) dla peronów położonych w łukach o promieniu $R \geq 50$ m, budowanych od roku 2007 (tzw. nowy standard)	0,22 m (+0,02 m, -0,01 m)
	b) dla peronów położonych w łukach o promieniu $R < 50$ m, budowanych od roku 2007 (tzw. nowy standard)	0,22 m (+0,02 m, -0,01 m)
	c) dla peronów zbudowanych przed rokiem 2007 (tzw. stary standard), niezależnie od wartości promienia łuku	0,08 – 0,16 m
	d) dla przystanków wspólnych z jezdnią	0,00 m
	e) dla przystanków wspólnych z jezdnią (wiedeńskich)	0,16 m (+0,00 m, -0,01 m)
	3) Perony nietypowe	
2.1.4	Odległość krawędzi peronu od osi toru, wysokość krawędzi peronu oraz kształt nietypowych krawężników peronowych wbudowanych na sieci torowej Zamawiającego określono na rysunku nr 6	Określono na rysunku nr 6
	Szerokość toru (nominalna)	1435 mm
	dopuszczalne odchyłki szerokości toru	
	a) na prostej i łukach o promieniu $R \geq 100$ m	-2, +10 mm

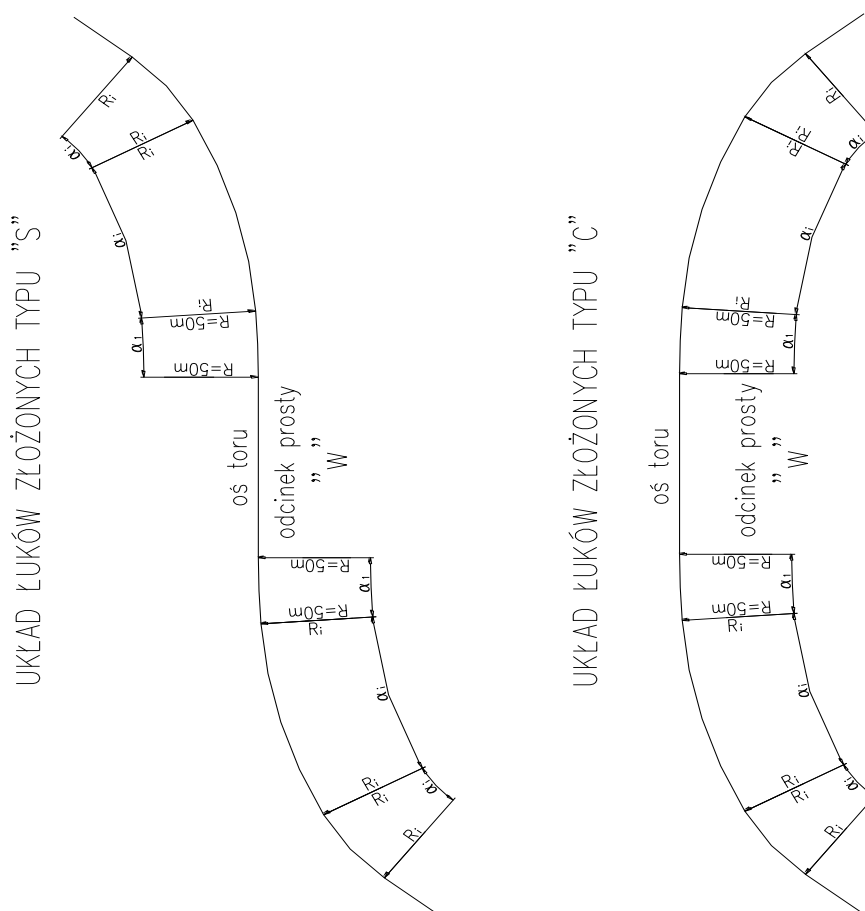
L.p.	Wyszczególnienie	Wartość parametru
1	2	3
	b) na łukach o promieniu $R < 100$ m	0, +20 mm
	c) w rozjazdach w strefie krzyżownicy	0, +20 mm
	Minimalny rozstaw torów uwzględniany w analizach możliwości bezkolizyjnego wymijania tramwajów	
	a) na prostej	2,9 m
2.1.5	b) na łukach poziomych	2,74 m + powiększenie półszerokości konturu koniecznej przestrzeni niezabudowanej (Pi oraz Pa) – zgodnie z opisem w pkt 2.10.5 i Rysunkiem nr 3
2.1.6	Przechyłka toru h [mm]	zgodnie z załączoną tabelą wartości przechyłek (Tabela nr 2) oraz $h_{max} = 150$ mm
2.1.7	Dopuszczalna wichrowatość toru	7‰
2.2 Układ torów w profilu podłużnym		
	Minimalny promień łuku pionowego R_v dla załomów niwelety:	
2.2.1	a) wklęsłych	500 m
	b) wypukłych	500 m
2.2.2	Pochylenie rampy przechyłkowej toru na przejściu z prostej w łuk	1:150
	Rampa najazdowa jednostronna lub dwustronna (w jednym toku szynowym lub zsynchronizowany najazd na rampę – jednocześnie w obu tokach szynowych) – zlokalizowana przed i za krzyżownicą płytkorowkową o minimalnej głębokości rowka 12 mm	
	a) wykonanie fabryczne	zmiana głębokości rowka szyny występuje na następujących pochyleniach: 1:16 (część pomocnicza), 1:100 (część robocza o długości minimum 1,0 m) - wg rysunku nr 5
2.2.3	b) w skomplikowanych układach geometrycznych toru, tj. w rozjazdach podwójnych, w których pierwsza krzyżownica występuje za drugą zwrotnicą	część robocza skrócona nawet do 0,5 m – pochylenie zwiększone 1:50
	c) po regeneracji (napawaniu)	część robocza o pochyleniu maksymalnym 1:20
	Rozjazd nakładkowy	
2.2.4	Długość rampy najazdowej	3250 mm
	Wysokość rozjazdu względem PGS	75 mm

L.p.	Wyszczególnienie	Wartość parametru
1	2	3
2.3 Charakterystyka najbardziej niekorzystnych wjazdów do bram występujących w Zajezdniach Zamawiającego (szkic na rysunku nr 4)		
2.3.1	Minimalna szerokość bramy wjazdowej do hali Zajezdni	3,0 m
2.3.2	Parametry najbardziej niekorzystnego układu geometrycznego toru przed wjazdem do bramy Zajezdni (według rysunku nr 4)	
	a) długość odcinka prostego pomiędzy końcem łuku a ścianą Zajezdni	3,84 m
	b) promień łuku Rt	50 m
	b) odległości osi toru do wewnętrznej krawędzi bramy	1,48 m i 1,60 m
2.4 Prześwit Tramwaju nad torowiskiem – najmniejsza odległość najniżej położonych elementów nienastawnych Tramwaju od PGS przy maksymalnym ugięciu wszystkich stopni odsprężynowania (do odbijaków) i maksymalnym zużyciu kół		nie mniej niż 0,075 m względem szyn nieużytych (nowych, w stanie nominalnym)
2.5 Stosowane profile szyn		60R1, 60R2, 49E1, LK1, szyny specjalne w rozjazdach
2.6 Dopuszczalne zużycie pionowe szyn		15 mm (w obrębie peronów przystankowych) 18 mm (na pozostałym obszarze sieci torów)
2.7 Dopuszczalne zużycie boczne szyn		15 mm
2.8 Charakterystyka najbardziej niekorzystnych elementów na obiektach mostowych znajdujących się w konturze koniecznej przestrzeni niezabudowanej		Określono na rysunku nr 6
2.9	Charakterystyka peronu usytuowanego po wewnętrznej stronie łuku poziomego w torze w łuku pionowym	
	a) łuk poziomy toru	R = 145 m
	b) łuk pionowy toru	R = 1000 m
	c) wartość przechyłki	45 mm
	d) odległość nominalna krawędzi peronowej od osi toru mierzona zgodnie z rysunkiem 7	1285 mm + tolerancja położenia krawężnika określona w pkt 2.1.3 ppkt 1
	e) wysokość nominalna krawędzi peronowej mierzona zgodnie z rysunkiem 7	275 mm + tolerancja położenia krawężnika określona w pkt 2.1.3 ppkt 2.

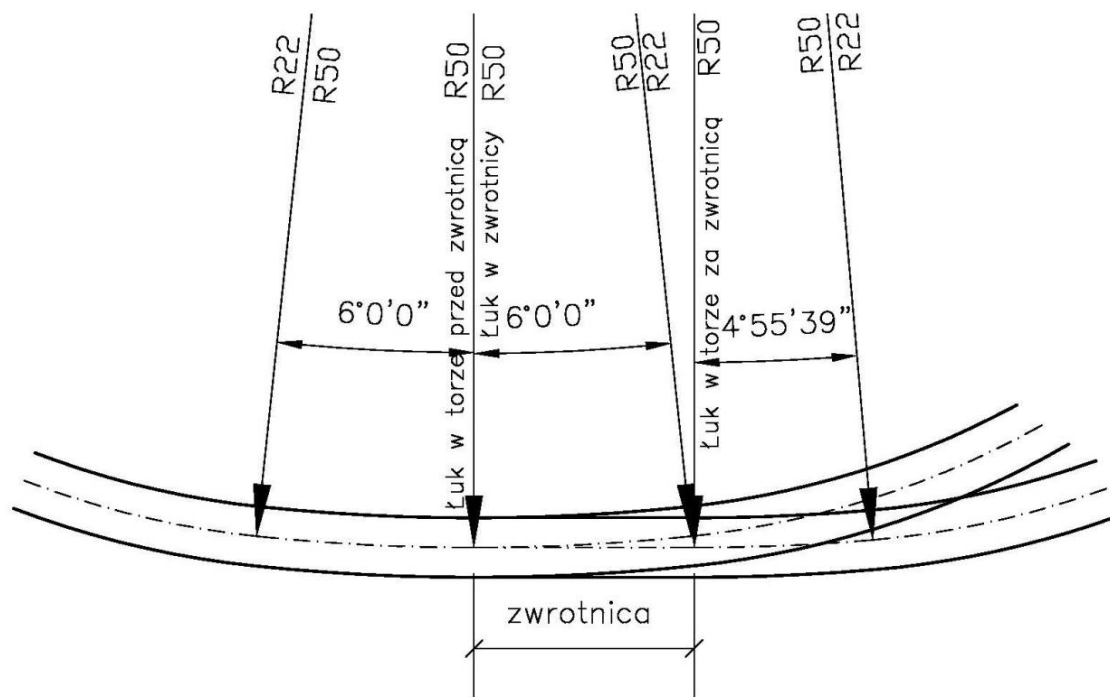
2.10 Skrajnia budowli

Infrastruktura Zamawiającego w stanie nominalnym (bez uwzględnienia zużycia szyn, przesunięcia toru w poprzek) jest budowana w oparciu o normę PN–K 92009:1998, tj. według postawień tej normy i dodatkowo z uwzględnieniem następujących zmian:

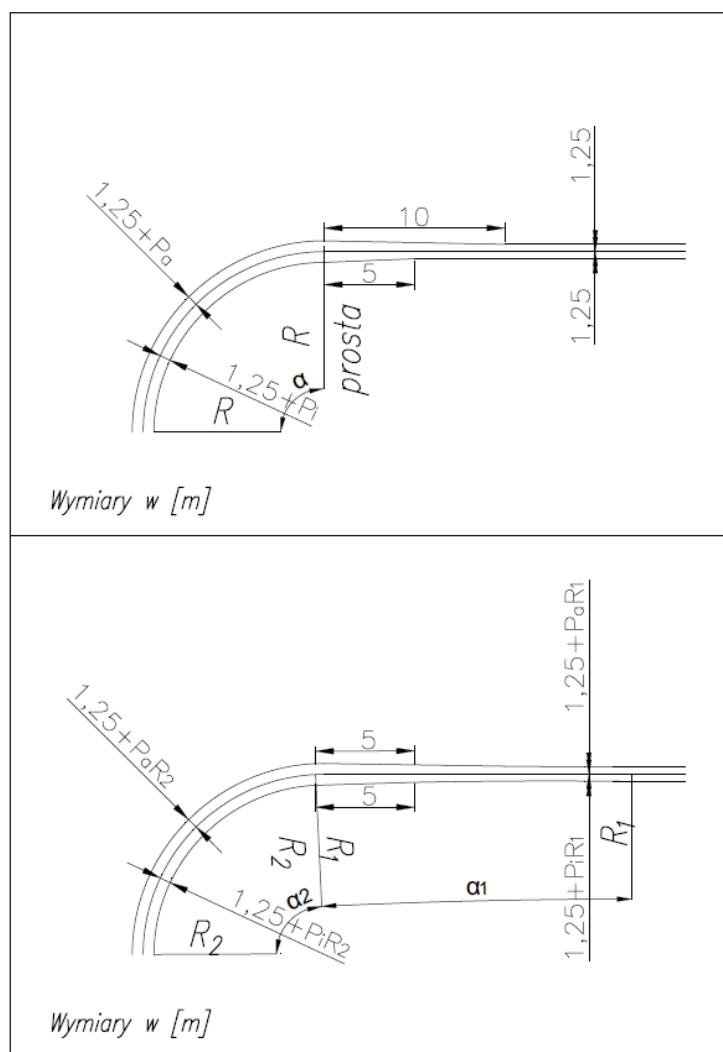
- 2.10.1. perony przystankowe wkraczają w kontur skrajni określony w normie, co wynika z wymiarów określonych w tabeli nr 3 pkt 2.1.3;
- 2.10.2. perony przystankowe nietypowe wkraczają w kontur skrajni określony w normie, co zostało przedstawione na rysunku nr 6;
- 2.10.3. pomosty na terenach Zajezdni zbudowane są w odległości 1,35 m od osi toru;
- 2.10.4. kapy chodnikowe wkraczają w kontur skrajni określony w normie, co zostało przedstawione na rysunku nr 6;
- 2.10.5. zmiana wartości powiększenia koniecznej przestrzeni niezabudowanej w miejscu zmiany poziomego łuku toru, zmienia się równomiernie na 5 m (długość zanikania poszerzenia) zarówno na wewnętrznej jak i zewnętrznej stronie łuku poziomego (zgodnie z rysunkiem nr 3), a nie na 10 m na zewnętrznej stronie łuku poziomego, jak wynika z rysunku 4 normy PN–K 92009:1998; w przypadku określonym na rysunku nr 4 (szkic poglądowy do charakterystyki układu geometrycznego torów w rejonie bram wjazdowych do hal) poszerzenie to nie jest uwzględnione (przypadek ten także musi być uwzględniony w analizie skrajni).



Rysunek 11. Szkice poglądowe do charakterystyki układu geometrycznego łuków złożonych typu „S” i „C” (pkt 2.1.2.).

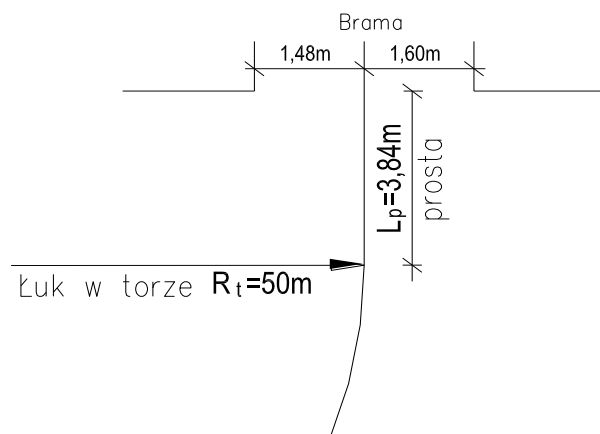


Rysunek 22. Szkic poglądowy do charakterystyki układu geometrycznego torów w rejonie zwrotnic rozjazdów (pkt 2.1.1).



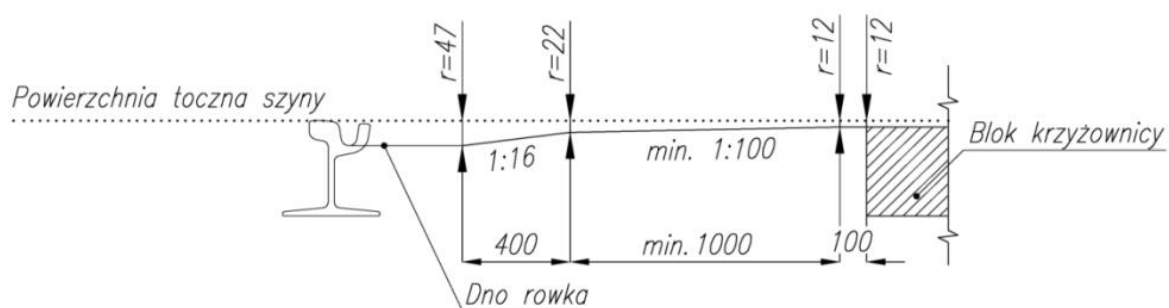
Rysunek 33. Szkic poglądowy do charakterystyki układu geometrycznego torów w rejonie zmian odległości osi toru od peronu (pkt 2.1.3 ppkt 1 lit. a i b oraz ppkt 3) i zmian rozstawu torów, przy czym przy zmianie rozstawu torów zamiast wartości 1,25 m występuje wartość minimalna odległości między osiami torów (pkt 2.1.5).

Układ toru w rejonie bramy na zajezdni



Rysunek 44. Szkic poglądowy do charakterystyki układu geometrycznego torów w rejonie bram wjazdowych do hal.

Wymiary w [mm]



Oznaczenia na rysunku:

r – głębokość rowka szyny

Rysunek 55. Profil podłużny dna rowka szyny w strefie krzyżownicy – schemat rozwiązania rampy najazdowej na blok krzyżownicy.

Tabela 2. Wartości przechyłek na łukach w torach tramwajowych o szerokości 1435 mm

Promień łuku R [m]	Prędkość [km/h]									Rodzaj przechyłki
	10	15	20	25	30	40	50	60	70	
< 20	44	25 100								minimalna normalna
= 20	40	20 90	114							minimalna normalna
25	32	20 72	70 128							minimalna normalna
30	27	20 60	34 107	123						minimalna normalna
35	25	51	20 91	87 143						minimalna normalna
40	20	45	20 80	60 125	143					minimalna normalna
50		36	54	20 100	87 144					minimalna normalna
75		24	43	67	30 96	140				minimalna normalna
100			32	50	20 72	59 128				minimalna normalna
150			20	33	48	20 85	62 133	148		minimalna normalna
200				25	36	64	20 100	72 144	149	minimalna normalna
300					24	43	67	20 96	43 131	minimalna normalna
400						32	50	72	20 98	minimalna normalna
500						25	40	58	78	minimalna normalna
750							27	38	52	minimalna normalna
1000							20	29	39	minimalna normalna
2000									20	minimalna normalna
UWAGA: Wartości przechyłek podano w mm. Dla torów tramwajowych o szerokości 1435 mm. Maksymalna przechyłka wynosi 150 mm.										

W nawiązaniu do wartości wymienionych w tabeli nr 2 należy uwzględnić, że tory szlakowe w torowiskach tramwajowych w Warszawie (poza rozjazdami) położone w łukach poziomych mogą być ułożone w przechyłce. Wartości w tabeli nr 2 zostały obliczone zgodnie z poniższym wzorem:

$$h = \frac{2}{3} * \frac{11,8 * V^2}{R} = \frac{7,87 * V^2}{R}$$

gdzie:

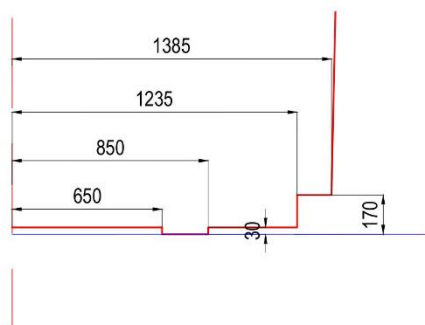
h - przechyłka toru [mm];

V – prędkość tramwaju [km/h];

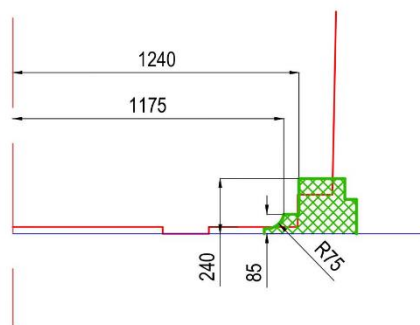
R – promień łuku toru [m].

W analizach dotyczących ruchu Tramwajów po torach, np. w analizie bezpieczeństwa przed wykojeniem, należy uwzględnić obie wartości przechyłek z tabeli (jeśli podane są obie) lub jedną (jeśli podana jest jedna wartość). W analizie bezpieczeństwa należy uwzględnić najbardziej niekorzystny przypadek, tj. maksymalną wartość podnoszenia koła na rampie przechyłkowej, maksymalną wartość przyspieszenia odśrodkowego i przyrostu tego przyspieszenia wynikające z prędkości jazdy po łuku i przechyłek określonych w tabeli nr 2 oraz infrastruktury Zamawiającego opisanej w tabeli nr 1.

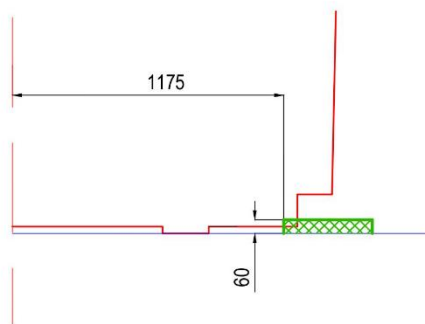
6.1 Zwymiarowany kontur koniecznej przestrzeni niezabudowanej określony w normie PN-K 92009:1998



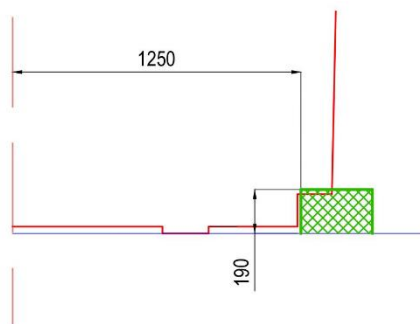
6.2 Krawężnik peronowy na przystanku Ratusz Arsenal



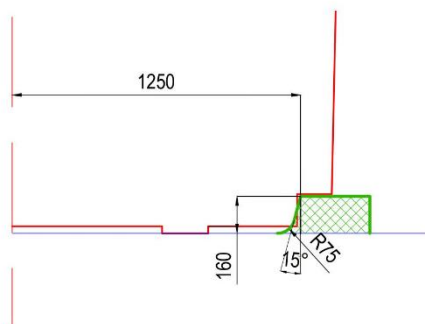
6.3 Kapa chodnikowa na obiekcie mostowym nad trasą S7 (Park Kaskada)



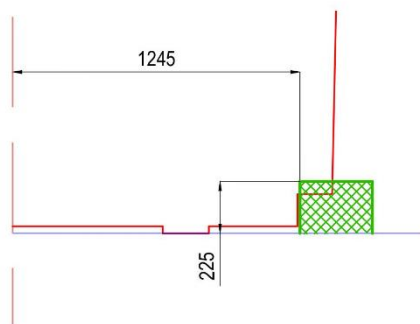
6.4 Kapa na Moście Marii Skłodowskiej-Curie



6.5 Krawężnik peronowy na przystanku Winnica 03



6.6 Krawężnik peronowy na przystanku:
Dworzec Gdański 05 przy torze w łuku poziomym wewnętrznym o $R=400$ m
Dworzec Gdański 06 przy torze w łuku poziomym zewnętrznym o $R=400$ m



Wymiary w [mm]

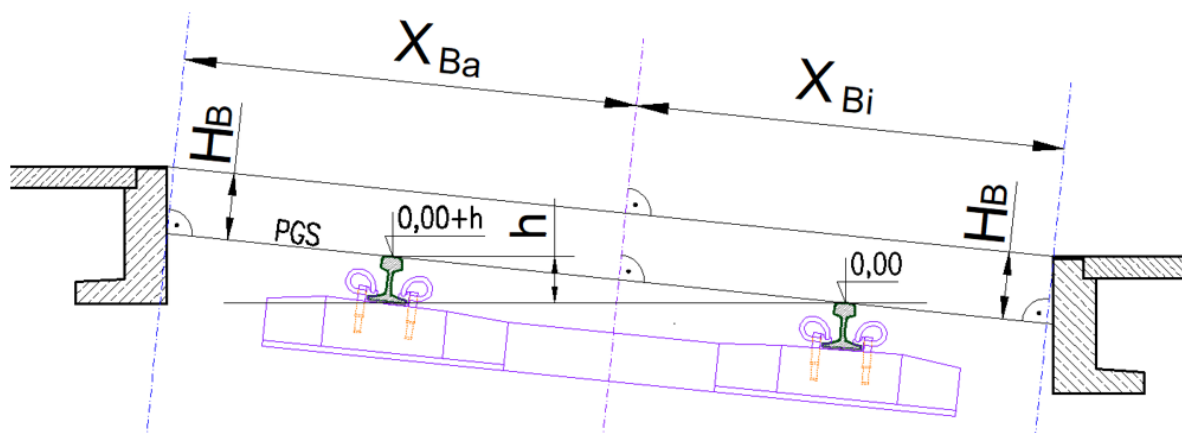
— oś toru

— geodezyjna płaszczyzna główek szyn

— obrys obiektu zlokalizowanego w konturze koniecznej przestrzeni niezabudowanej

— kontur koniecznej przestrzeni niezabudowanej na odcinku prostym, zgodnie z normą PN-K 92009:1998

Rysunek 66. Krawężniki peronowe oraz kapy chodnikowe zlokalizowane w konturze koniecznej przestrzeni niezabudowanej na sieci Zamawiającego. Na rysunku nr 6 przedstawiono położenie elementów względem osi toru wg rzeczywistych domiarów. Przy analizie skrajni nie należy więc uwzględniać tolerancji położenia krawężników wg tabeli nr 3.



Rysunek 77. Zasady wymiarowania odległości krawędzi peronu od osi toru położonego w łuku z przechyłką.

Wyjaśnienie oznaczeń na rysunku 7:

PGS – płaszczyzna główek szyn,

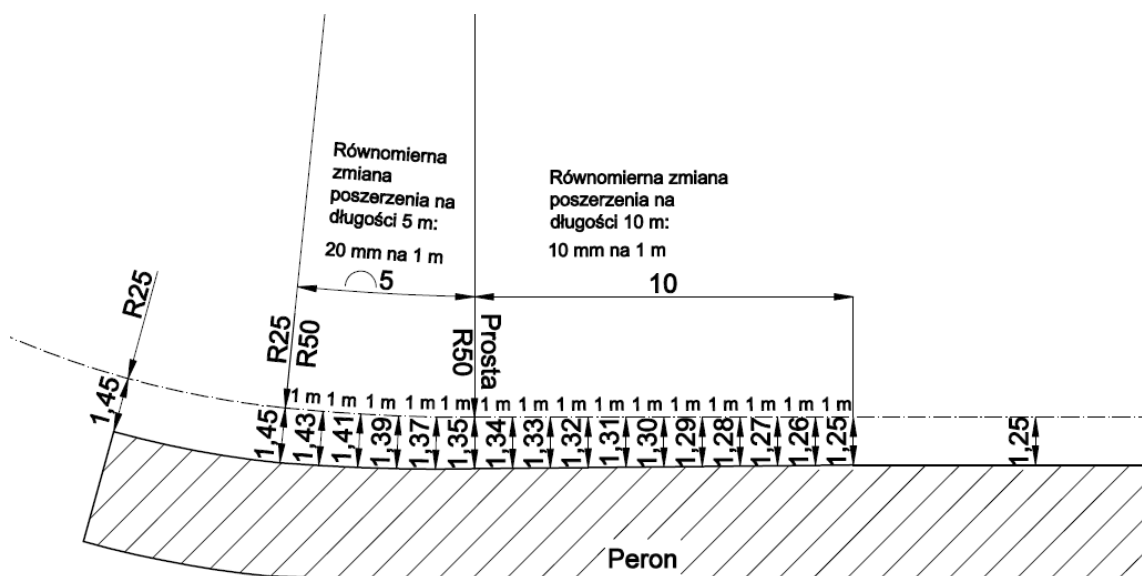
X_B – nominalna odległość krawędzi peronu od osi toru bez wpływu krzywizny łuku i przechyłki toru, tj. 1250 mm,

H_B – nominalna wysokość krawędzi peronu odmierzana względem płaszczyzny główek szyn (PGS), tj. 220 mm,

X_{Ba} – nominalna odległość krawędzi peronu od osi toru powiększona o wartość Pa zgodnie z opisem w tabeli 1 pkt 2.1.3 ppkt. 1 lit. b), wymiarowana względem PGS,

X_{Bi} – nominalna odległość krawędzi peronu od osi toru powiększona o wartość Pi zgodnie z opisem w tabeli 1 pkt 2.1.3 ppkt. 1 lit. b), wymiarowana względem PGS,

h – przechyłka toru w łuku w [mm].



Wymiary w [m]

Rysunek 88. Zasada odsuwania krawędzi peronu od osi toru dla łuków koszowych oraz dla przejścia tor łukowy – prosta (peron po zewnętrznej stronie łuku, łuk przejściowy R=50 o długości 5 m).

Część III

Urządzenia stosowane w taborze Zamawiającego jako systemowe (opis obecnie eksploatowanych urządzeń oraz wymagania dodatkowe)

1. Pojęciem „urządzenia systemowe” określono urządzenia stanowiące wyposażenie taboru Zamawiającego oraz urządzenia stacjonarne, z którymi prawidłowo muszą współpracować urządzenia stanowiące wyposażenie tramwajów niezależnie od ich typu. Urządzeniom systemowym stawiane są wymagania:
 - 1.1. jednakowego współdziałania wszystkich przewoźnych urządzeń tramwajowych z urządzeniami stacjonarnymi danego systemu,
 - 1.2. spełniania przez wszystkie urządzenia przewoźne danego systemu tych samych funkcji,
 - 1.3. wykorzystywania we wszystkich urządzeniach przewoźnych danego systemu takiego samego nośnika informacji oraz takiego samego sposobu zapisu informacji lub jej zobrazowania,
 - 1.4. podawania przez wszystkie urządzenia przewoźne danego systemu takiego samego zakresu informacji i przekazywania jej w tej samej formie.
2. Do urządzeń stosowanych przez Zamawiającego jako systemowe zalicza się:
 - 2.1. komplet urządzeń związanych z rejestratorem parametrów typu ATM-RPS4W – producent: ATM PP sp. z o.o., ul. Trakt Lubelski 191, 04-667 Warszawa,
 - 2.2. urządzenia w systemie radiowym służące do sterowania zwrotnic w układzie torowym wyprodukowanych przez: ELEKTROLINE A.S., K Ladvi 20, 184-00 Praga 8, Czechy,
 - 2.3. Urządzenia przewoźne działające w ramach Systemu Radiolączności Cyfrowej firmy Aksel sp. z o.o., z siedzibą w Rybniku, adres: ul. Lipowa 17, 44-207 Rybnik,
 - 2.4. Tagi identyfikacyjne RFID w standardzie Gen2 w wersji HD-EXO200 lub nowszej.
3. Oferowany tramwaj należy wyposażać w urządzenia systemowe dotychczas stosowane przez Zamawiającego lub równoważne (kompatybilne) z urządzeniami wskazanymi w ust. 2, za które uważać się będzie urządzenia spełniające wymagania podane w ust. 1 dające gwarancję prawidłowej oraz niezakłóconej współpracy.
4. Wszystkie urządzenia podające czas muszą podawać ten sam czas.
5. Aktualna zawartość kompletu urządzeń systemowych dla jednego tramwaju eksploatowanego przez Zamawiającego wraz z dodatkowymi wymaganiami:

5.1. Rejestrator parametrów:

Tabela 3. Elementy rejestratora parametrów ATM-RPS4PW przeznaczonego dla tramwaju dwukierunkowego.

Typ urządzenia	ATM-RPS4PW
Liczba na 1 tramwaj	1 kpl.
Skład kompletu	
Blok zbierania i przetwarzania danych ATM-RP4PW-1	1 szt.
Kaseta karty pamięci CompactFlash 16 GB	1 szt.
Moduł wewnętrznego czytnika kart dostępowych mifare ATM-CK4	2 szt.

Moduł zewnętrznego czytnika kart dostępowych mifare ATM-CK1A	2 szt.
Antena GPS/GLONASS- ATM-RP3AN1-05	2 szt.
Moduł radionadajnika 433MHz ATM-TX1	2 szt.
Moduł rozszerzenia rejestratora ATM-RP4NP1	1 szt.
Prezentacja danych on-line ATM-OCR	oprogramowanie
Prezentacja danych ATM-FDS	oprogramowanie

5.1.1 Podstawowe sygnały dyskretne wymagane do rejestracji:

- 5.1.1.1 zadana jazda (sygnał HW tj. sygnał sprzętowy „hardware” o poziomie 24V mierzony przez przeznaczone do tego karty rejestratora),
- 5.1.1.2 zadane hamowanie nagłe tj. maksymalne wychylenie zadajnika w pozycję hamowanie (HW),
- 5.1.1.3 zadane hamowanie (HW),
- 5.1.1.4 brak hamowania elektrodynamicznego poszczególnych wózków,
- 5.1.1.5 stan zacisków hamulców tarczowych poszczególnych wózków (zaciśnięte/zwolnione) (HW),
- 5.1.1.6 stan pracy hamulców szynowych poszczególnych wózków (aktywne/zwolnione) (HW),
- 5.1.1.7 jazda do tyłu,
- 5.1.1.8 stan każdych drzwi (otwarte/zamknięte),
- 5.1.1.9 drzwi otwarte awaryjnie (HW),
- 5.1.1.10 kierunkowskaz lewy (HW),
- 5.1.1.11 kierunkowskaz prawy (HW),
- 5.1.1.12 zezwolenie na jazdę z otwartymi drzwiami (HW),
- 5.1.1.13 dzwonek zewnętrzny (HW),
- 5.1.1.14 zwrotnica na prosto (HW),
- 5.1.1.15 zwrotnica na prawo (HW),
- 5.1.1.16 zwrotnica na lewo (HW),
- 5.1.1.17 uruchomienie piasecznicy przez motorniczego (HW),
- 5.1.1.18 automatyczne załączenie piasecznicy,
- 5.1.1.19 aktywne hamowanie bezpieczeństwa pasażera (HW),
- 5.1.1.20 hamowanie AHP (grzybek bezpieczeństwa w kabinie motorniczego) (HW),
- 5.1.1.21 wyłączony przeciw-poślizg napędu (dla każdego wózka napędowego),
- 5.1.1.22 aktywna kabina A,
- 5.1.1.23 aktywna kabina B.

5.1.2 Podstawowe sygnały analogowe wymagane do rejestracji:

- 5.1.2.1 numer ostatnio użytej karty identyfikacyjnej MIFARE (SKD-KIM) składający się z 10 cyfr,

- 5.1.2.2 numer boczny tramwaju (parametr niezbędny do identyfikacji archiwizowanych plików z parametrami)
- 5.1.2.3 prędkość tramwaju uwzględniająca średnicę kół tramwaju i przekładnię (minimalna częstotliwość rejestracji 16 Hz) (HW),
- 5.1.2.4 prędkość tramwaju GPS (minimalna częstotliwość rejestracji 8 Hz),
- 5.1.2.5 napięcie zasilania pokładowego buforowanego baterią akumulatorów (minimalna częstotliwość rejestracji 8 Hz),
- 5.1.2.6 napięcie sieci trakcyjnej (minimalna częstotliwość rejestracji 16 Hz) (HW),
- 5.1.2.7 prąd pobierany/zwracany przez tramwaj,
- 5.1.2.8 prąd pobierany/ zwracany przez każdy falownik trakcyjny,
- 5.1.2.9 prąd baterii akumulatorów,
- 5.1.2.10 moment napędowy w % zadany przez prowadzącego tramwaj,
- 5.1.2.11 moment realizowany w % przez każdy falownik trakcyjny,
- 5.1.2.12 moment hamowania w % zadany do bezstopniowych hamulców tarczowych (o ile taki typ zostanie zastosowany),
- 5.1.2.13 sygnał przyśpieszenia z akcelerometru,
- 5.1.2.14 droga całkowita (przebieg tramwaju liczona z dokładnością do 1 km od rozpoczęcia eksploatacji – przepełnienie licznika może nastąpić przy 1 000 000 km, wymagana jest możliwość przeniesienia parametru do innego rejestratora lub jego zapis w jednostce pamięci umieszczonej poza rejestratorem i związanej na stałe z tramwajem).
- 5.1.3 Wymagania dodatkowe:
 - 5.1.3.1 urządzenia muszą być zamontowane w sposób umożliwiający ich poprawną obsługę tj. zapewniony dostęp z poziomu podłogi tramwaju do kasety pamięci i złączy czołowych kasety bez konieczności demontażu innych urządzeń tramwaju,
 - 5.1.3.2 sprzętowe sygnały analogowe muszą być rejestrowane z dokładnością co najmniej 10 bitów a ich prezentacja musi zostać uzgodniona w terminie określonym w Wykazie uzgodnień,
 - 5.1.3.3 wymagane jest rozróżnienie sygnałów dla każdej Kabiny motorniczego, z rozróżnieniem sygnałów specyficznych dla danego kierunku jazdy, np. kierunkowskaz prawy oznacza prawy dla aktywnej kabiny,
 - 5.1.3.4 pomiar i rejestracja prędkości tramwaju muszą odbywać się na podstawie pomiaru prędkości obrotowej dwóch osi/kół (z dwóch wózków); obie prędkości muszą być rejestrowane,
 - 5.1.3.5 musi być możliwe rejestrowanie danych z odbiornika GPS: położenia geograficznego i prędkości,
 - 5.1.3.6 wyznaczanie przez rejestrator daty i czasu musi odbywać się z uwzględnieniem automatycznej zmiany czasu na letni/zimowy, w oparciu o wbudowany zegar czasu rzeczywistego, zsynchronizowany z czasem z systemu GPS,
 - 5.1.3.7 zapis danych pozyskiwanych z co najmniej 256 sygnałów binarnych i 63 sygnałów analogowych musi być realizowany na karcie pamięci

o pojemności pamięci pozwalającej zapewnić rejestrację co najmniej 30 dni eksploatacji tramwaju; po tym okresie nowe dane powinny być nadpisywane na starych danych; co najmniej ostatnie 24 godziny zapisu musi być dublowane przez zapis w pamięci wewnętrznej urządzenia; przy wyjętej lub uszkodzonej karcie pamięci urządzenie musi dalej pracować, ale sygnalizować to błędem przekazywanym do UST; dane na karcie muszą być zabezpieczone przed ich nieautoryzowaną edycją,

5.1.3.8 urządzenie musi osiągać gotowość do rejestracji danych na karcie pamięci w czasie nie dłuższym niż czas potrzebny do uruchomienia UST,

5.1.3.9 wymiana danych pomiędzy jednostką pamięci rejestratora, a Aplikacją Centralną musi być realizowane poprzez sieć Wi-Fi/ transmisji mobilnej; urządzenie powinno być przystosowane do zbierania danych z następujących źródeł w trybie tylko do odczytu (bez możliwości modyfikacji parametrów tych źródeł):

- UST (poprzez magistralę CAN),
- systemów informatycznych tramwaju (poprzez sieć Ethernet),
- GPS (poprzez zewnętrzną antenę GPS tramwaju),
- systemu sterowania zwrotnic (poprzez zewnętrzny moduł komunikacyjny 433 MHz),
- czujników impulsowych obrotów kół z poszczególnych wózków tramwaju,
- sygnałów dwustanowych o poziomie 0/24 VDC,
- sygnałów analogowych 0-10 VDC i 4-20 mA,
- czytników Kart Identyfikatora Motorniczego,

5.1.3.10 wymagana jest możliwość pozyskiwania zarejestrowanych danych czterema metodami, tj. poprzez:

- kopiowanie danych z karty pamięci za pomocą czytnika podłączonego do komputera PC; dostęp do kasety karty będącej w urządzeniu powinien być blokowany mechanicznym zamkiem na kluczyk,
- kopiowanie ostatnich 2 godzin zapisu w pamięci wewnętrznej na pamięć USB typu Flash, Pendrive, dysk USB, wkładane do rejestratora (gniazdo USB typu A) – Wymagana sygnalizacja procesu kopiowania,
- automatyczne kopiowanie skompresowanych danych z pamięci wewnętrznej na zasoby sieciowe TW poprzez sieć Wi-Fi zajezdni w sposób zabezpieczający ciągłość danych,
- kopiowanie skompresowanych danych z pamięci wewnętrznej na zasoby sieciowe Zamawiającego na podstawie zdalnej dyspozycji (o określonym zakresie czasowym) z aplikacji Zamawiającego poprzez sieć transmisji mobilnej,

5.1.3.11 zamki we wszystkich urządzeniach powinny być otwierane tymi samymi kluczami, zgodnymi z aktualnie użytkowanymi przez Zamawiającego,

- 5.1.3.12 pozyskane z rejestratora zapisy muszą być wizualizowane i analizowane pakietem programowym w formie uzgodnionej z Zamawiającym w terminie określonym w Wykazie uzgodnień,
- 5.1.3.13 wymagane jest podtrzymanie pracy rejestratora parametrów przez co najmniej 30 sek. od wyłączenia zasilania,
- 5.1.3.14 wymagane jest, aby minimalna częstotliwość rejestracji wynosiła nie mniej niż 2 Hz dla sygnałów, dla których nie określono innej wartości,
- 5.1.3.15 w ramach przewidzianej do archiwizacji ilości danych przewiduje się opis sygnałów przeznaczonych do rejestracji, który będzie doprecyzowany w ramach Wykazu uzgodnień:
- minimalny poziom piasku w piasecznicach,
 - załączenie chłodzenia w części pasażerskiej,
 - załączenie ogrzewania w części pasażerskiej,
 - zadziałanie czujnika dymu papierosowego w Kabinie motorniczego,
 - działanie (gotowość) systemu blokady alkoholowej,
 - wyłączenie blokady alkoholowej,
 - przeprowadzenie testu przy użyciu systemu blokady alkoholowej,
 - wynik przeprowadzonego testu przy użyciu systemu blokady alkoholowej,
 - załączone światła drogowe,
 - załączone światła mijania,
 - aktualna temperatura w przedziale pasażerskim,
 - zadana temperatura w przedziale pasażerskim,
 - temperatura zewnętrzna,
 - aktualna temperatura w Kabinie motorniczego,
 - zadana temperatura w Kabinie motorniczego.

5.2 Urządzenie do sterowania zwrotnic w systemie radiowym:

Tabela 4. Elementy sterowania zwrotnic przeznaczone dla tramwaju dwukierunkowego

Liczba na 1 tramwaj:	2 kpl. (po jednym dla każdej Kabin motorniczego)
Skład kompletu:	
Moduł radionadajnika 433MHz, ATM-TX	1 szt.
Moduł sterowania radionadajnika ATM-TX, ATM-RP4RT	1 szt.

5.2.1 Wymagania dodatkowe dla każdego tramwaju:

- 5.2.1.1 Radio TX należy zamontować na podwoziu z przodu tramwaju (tj. pod każdą z Kabin motorniczego) po stronie prawych drzwi,

- 5.2.1.2 indywidualne numery kodowe tramwajów przeznaczone dla systemu odbiorczego zwrotnicy należy uzgodnić z Zamawiającym w terminie określonym w Wykazie uzgodnień,
- 5.2.1.3 każdy nadajnik sterowania zwrotnic musi generować indywidualny numer kodowy tramwaju, odpowiedni i na stałe przypisany dla każdej z Kabin motorniczego; numer kodowy nadawany w systemie zwrotnic ma być automatycznie wyznaczany na podstawie numeru bocznego tramwaju skorelowanego z uzgodnioną bazą przechowywaną w module sterowania radionadajnika,
- 5.2.1.4 wymiana nadajników TX nie może powodować zmiany indywidualnego numeru kodowego kabiny motorniczego ani konieczności konfigurowania urządzeń w zakresie wprowadzania danych,
- 5.2.1.5 każdy z zainstalowanych modułów sterowania zwrotnic musi aktywować się wraz z aktywowaniem odpowiedniej Kabiny motorniczego, tj. moduł nadawczy TX w kabinie nieaktywnej nie może nadawać żadnych sygnałów do zwrotnic.

5.3 Urządzenie przewoźne Systemu Radiołączności Cyfrowej

- 5.3.1 Poniższe urządzenia i komponenty składające się na oddzielne wyposażenie każdej Kabiny motorniczego:
 - 5.3.1.1 antena typu TRNC[G]-S2 firmy Panorama Antennas Ltd., instalowana na dachu jak najbliżej Kabiny motorniczego,
 - 5.3.1.2 przetwornica 24/12 V DC typu RSD-60L-12 firmy MeanWell, instalowana jak najbliżej Kabiny motorniczego,
 - 5.3.1.3 radiotelefon DM4600e firmy Motorola Solution, instalowany w Kabinie motorniczego, z licencją aktywacyjną (Capacity Max Full Subscriber License) - HKVN4330A firmy Motorola Solution,
 - 5.3.1.4 standardowy mikrofon z uchwytem typu RMN5052A firmy Motorola Solution (elementy w zestawie z radiotelefonem DM4600e),
 - 5.3.1.5 przewód zasilający typu HKN4137A pomiędzy radiotelefonem a przetwornicą (element w zestawie z radiotelefonem DM4600e),
 - 5.3.1.6 przewód doprowadzający zasilanie 24 V DC do przetwornicy (długość zależy od docelowej instalacji),
 - 5.3.1.7 złącze wtykowe akcesoriów do radiotelefonu typu: PMLN5072 firmy Motorola Solution (25 pin podłączony do przewodu zasilającego radiotelefonu),
 - 5.3.1.8 złącze wtykowe BNC na kabel RG58,
 - 5.3.1.9 złącze wtykowe N na kabel RG58,
 - 5.3.1.10 kabel RG58 pomiędzy radiotelefonem i anteną (długość zależy od docelowej instalacji),
 - 5.3.1.11 końcówki na przewody zasilające do podłączenia przetwornicy,
 - 5.3.1.12 tabliczka informacyjna w Kabinie motorniczego, zawierająca uproszczone opisy przycisków szybkiego wybierania połączeń.

- 5.3.2 Radiotelefon musi w pełni współpracować z posiadanym przez Zamawiającego systemem Capacity Max firmy Motorola, tj. zapewnić pełną obsługę wszystkich funkcjonalności, które realizuje system SRC.
- 5.3.3 Radiotelefon musi być programowany za pomocą oprogramowania posiadanego przez Zamawiającego: MOTOROLA RM w wersji minimum 2.138.176.
- 5.3.4 Programowanie, konfiguracja, przechowywanie plików konfiguracyjnych radiotelefonu musi odbywać się w architekturze klient-serwer.
- 5.3.5 Radiotelefon musi umożliwiać zdalne programowanie poprzez OTAP.
- 5.3.6 Radiotelefon musi obsługiwać funkcjonalność grup dynamicznych DGNA zgodny z obecnie użytkowanym w obecnym systemie SRC.
- 5.3.7 Indywidualne numery wywoławcze urządzeń przewoźnych SRC nadawane w systemie należy uzgodnić z Zamawiającym w terminie określonym w Wykazie uzgodnień.
- 5.3.8 Ostateczna konfiguracja i włączenie urządzenia przewoźnego SRC w system eksploatowany przez Zamawiającego odbędzie się przy współpracy z Zamawiającym.
- 5.3.9 Szczegóły dotyczące lokalizacji, wyglądu i funkcjonowania urządzeń przewoźnych SRC podlegają uzgodnieniom i akceptacji przez Zamawiającego.

5.4 Tagi identyfikacyjne RFID w standardzie Gen2 w wersji HD-EXO200 lub nowszej

- 5.4.1 Liczba na 1 tramwaj - 2 szt.
- 5.4.2 Tagi należy zamontować na każdym krańcu tramwaju na konstrukcji pudła w miejscu niedostępnym dla osób postronnych zgodnie ze specyfikacją tagu. Miejsce montażu musi zostać zaakceptowane przez Zamawiającego w trakcie prac projektowych.
- 5.4.3 Do każdego tagu należy wprowadzić informacje identyfikacyjne, które zostaną przekazane przez Zamawiającego na etapie projektowym.
- 5.4.4 Należy uzgodnić z Zamawiającym informacje programowane w każdym tagu.
- 5.4.5 Tagi RFID muszą być zgodne z wymaganiami normy ISO/IEC 18000-63 (lub równoważnej), w tym specyfikacją protokołu EPCglobal Class 1 Generation 2. Oznacza to wykorzystanie znaczników RFID działających w częstotliwościach UHF w zakresie 860-960 MHz. Tagi muszą być dostarczane i montowane w obudowie z ABS odpornej na uszkodzenia mechaniczne, warunki atmosferyczne i chemikalia, odporne na uderzenia i wibracje, spełniające normę wojskową MIL-ST 810-G (lub równoważną). Temperatura pracy to od -40 do 85°C a warunki ekspozycji – temperatura od -40 do 100 °C, natomiast stopień ochrony – IP68. Aktualnie Zamawiający wykorzystuje urządzenia Tag RFID Omni-ID Exo 20

Część IV

Wymagania szczegółowe dotyczące budowy tramwaju

1. Konstrukcja tramwaju

1.1. Nadwozie powinno charakteryzować się przy tym estetycznym wzornictwem i kolorystyką wykorzystującą barwy: pomarańczową RAL 2017, czarną RAL 9005, szarą RAL 7045, żółtą 1003, przy czym przeważać powinna barwa pomarańczowa. Na etapie wykonawczym Zamawiający przedstawi dokładne wytyczne w zakresie malowania i oznakowania tramwaju. Wykonawca zobowiązany jest przedstawić do uzgodnień z Zamawiającym co najmniej 2 propozycje sposobu malowania tramwaju, stanowiące podstawę do uzgodnienia z Zamawiającym sposobu jego malowania. W propozycjach wzornictwa tramwaju należy dążyć do zapewnienia jednolitej kolorystyki poszczególnych elementów tramwaju.

1.2. Konstrukcja nadwozia tramwaju powinna charakteryzować się dużą wytrzymałością, tak aby w całym okresie eksploatacji tramwaju, uwzględniając obsługowe i awaryjne podnoszenia oraz drobne zderzenia, nie występowały jej odkształcenia lub pęknięcia.

Wymagane jest, aby nadwozie oferowanego tramwaju należało do kategorii konstrukcyjnej co najmniej P-IV, a ponadto konstrukcja nadwozia tramwaju musi spełniać wymagania zderzeniowe dla pudeł pojazdów szynowych określone w normie PN-EN 15227+A1:2025-03 dla kategorii C-IV.

Wraz ze zgłoszeniem tramwaju do badań odbiorczych rozszerzonych, Wykonawca musi przedstawić Zamawiającemu wyniki:

1.2.1 statycznych badań wytrzymałościowych nadwozia w pełnym zakresie kierunków i rodzaju obciążenia, wykonanych zgodnie z normą PN-EN 12663-1+A2:2024-04. W zakresie wymagań normy PN-EN 12663-1+A2:2024-04 Zamawiający wymaga wykazania wytrzymałości zmęczeniowej stosując obliczenia na podstawie hipotezy granicy zmęczenia. Spełnienie wymagań normy PN-EN 12663-1+A2:2024-04, z podaniem kategorii konstrukcyjnej do której należy nadwozie oferowanego tramwaju, musi zostać potwierdzone badaniami przeprowadzonymi przez właściwą jednostkę badawczą. Wykonawca zobowiązany jest przekazać Zamawiającemu (w języku polskim) sprawozdanie z badań i ocenę w zakresie spełnienia wymagań wytrzymałościowych przez nadwozie tramwaju, łącznie z podaniem kategorii konstrukcyjnej, do której to nadwozie należy. W zakresie danych dotyczących eksploatacji tramwaju należy uwzględnić, że:

1.2.1.1 na trasie mogą występować przypadki awaryjne, w których oferowany tramwaj będzie pchany lub ciągnięty przez inny tramwaj, sprzęgnięty z nim mechanicznie, oraz takie, w których oferowany tramwaj będzie pchał lub ciągnął taki sam tramwaj jak oferowany lub tramwaj (zespół tramwajowy) innego typu o masie własnej do 44 000 kg,

1.2.1.2 tramwaj będzie podnoszony awaryjnie w przypadkach wykolejenia lub konieczności podstawienia wózka holowniczego, służącego do awaryjnego sprowadzania tramwaju,

1.2.2 badań potwierdzających spełnienie wymagań normy PN-EN 15227+A1:2025-03 w zakresie kategorii C-IV.

1.3. Nadwozie tramwaju powinno być wykonane w formie konstrukcji metalowej, odpornej na korozję. Na poszycie należy zastosować materiał o zwiększonej odporności na korozję, z tym, że dopuszcza się zastosowanie elementów z tworzywa sztucznego. Nie dopuszcza się stosowania aluminium w konstrukcji i poszyciu nadwozia.

1.4. Powłoki lakiernicze nadwozia muszą charakteryzować się:

- 1.4.1 trwałą spójnością warstw oraz dobrą przyczepnością do podłoża,
 - 1.4.2 wysoką odpornością na promienie UV i czynniki chemiczne, w tym środki myjące,
 - 1.4.3 wysoką odpornością na ścieranie i mechaniczne uszkodzenia, z uwzględnieniem mycia w myjni mechanicznej,
 - 1.4.4 niezmiennością odcienia koloru w czasie,
 - 1.4.5 dużą gładkością powierzchni (brakiem efektu „skórki pomarańczowej”).
- 1.5. Konstrukcja tramwaju musi uwzględniać zabezpieczenie dla motorniczego i załogi przed skutkami kolizji z innymi pojazdami. Elementy konstrukcji w strefach tramwaju narażonych na uszkodzenie w przypadku kolizji powinny być łatwo wymienne.
- 1.6. W konstrukcji zderzaków należy zastosować elementy pochłaniające energię zderzeń przy małych prędkościach, tj. ok. 5÷10 km/h.
- 1.7. Zderzaki tramwaju muszą być umieszczone na wysokości odpowiadającej wysokości umieszczenia zderzaków w taborze eksploatowanym przez Zamawiającego, tak aby była możliwa współpraca zderzaków w trakcie kolizji tramwajów. Wysokość krawędzi dolnej zderzaka liczona od PGS w najwyższym jego położeniu (tramwaj nieobciążony i z nowymi kołami) musi być ≤ 720 mm. Wysokość krawędzi górnej zderzaka liczona od PGS w najniższym jego położeniu (tramwaj maksymalnie obciążony i z maksymalnie zużytymi kołami) musi być ≥ 800 mm.
- 1.8. Sprzęgi wagonowe muszą być wykonane jako składane, nie wystające w pozycji złożonej poza obrys nadwozia tramwaju. Rozkładanie i składanie sprzęgów musi być możliwe do wykonania bez korzystania z kanału przeglądowego i narzędzi oraz dawać się wykonać przy małym wysiłku i bezpiecznie. W doborze sprzęgów należy uwzględnić wymagania wytrzymałościowe wynikające ze sprzęgania ze sobą tramwajów oraz z występowania przypadków awaryjnych, o których mowa w pkt 1.2.1.1.
- 1.9. Zakończenie sprzęgu i jego wysokość od główki szyny powinny być zgodne ze sprzęgami stosowanymi w taborze Zamawiającego, tak aby było możliwe bezpośrednie sprzęgnięcie tramwaju z innymi tramwajami eksploatowanymi przez Zamawiającego. Urządzenie sprzęgające (głowicę Alberta) należy wykonać zgodnie z normą PN-K 88250:1991 (lub równoważną). W taborze Zamawiającego wysokość zamocowania sprzęgu od PGS wynosi 540 mm.
- 1.10. Nadwozie musi posiadać osłony sprzęgów wykonane tak, aby sprzęgi w stanie złożonym nie były widoczne. Osłony powinno się łatwo demontować (bez użycia narzędzi) lub odchylać, umożliwiając rozłożenie sprzęgów, sprzęgnięcie tramwaju z innym tramwajem na prostej i łuku oraz jazdę po sprzęgnięciu. W przypadku stosowania zamków wymaga się rozwiązania typu „kwadrat”.
- 1.11. Wymaga się, aby tramwaj posiadał dodatkowo światła do jazdy dziennej wykonane w technologii LED oraz lampy zainstalowane nad kabinami, wysyłające żółte sygnały błyskowe.
- 1.12. Tramwaj należy wyposażać dla obu kierunków jazdy w osłonę sprzęgów międzywagonowych, w łatwy sposób demontowaną na czas jazdy w zespole tramwajowym.
- 1.13. W przypadku braku przeciwwskazań dotyczących wytrzymałości konstrukcji należy zastosować przeszklenie dachu oraz podłogi pokrywające się widocznością z obszarem pomiarowym sieci oraz torowiska. Obszar ten musi być dodatkowo doświetlony a załączenie oświetlenia musi odbywać się w sposób uzgodniony z Zamawiającym. W podłodze i dachu należy zastosować szkło laminowane (VSG), składające się z co najmniej trzech warstw szkła hartowanego (ESG). Dopuszczalne obciążenie użytkowe min $3,0 \text{ kN/m}^2$, należy zabezpieczyć szkło przed możliwym ślizganiem się pracowników np. poprzez punktowy sitodruk. Szyby muszą być

transparentne i umożliwiać łatwe czyszczenie. Szyba dachowa musi niwelować zalegający śnieg np. poprzez podgrzewanie.

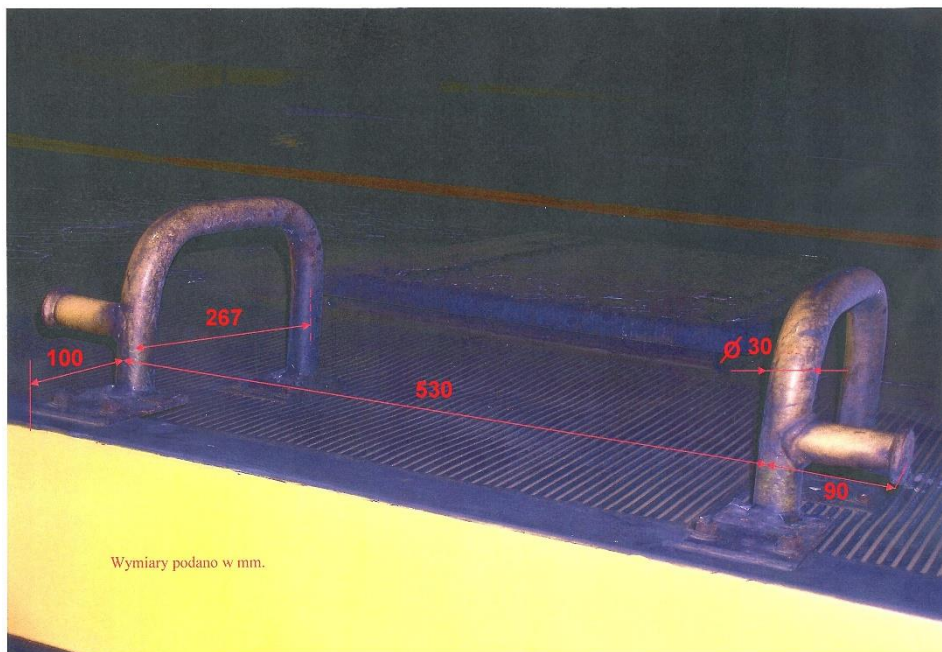
2. Konstrukcja i zagospodarowanie dachu

2.1. Dach tramwaju swoją budową i zagospodarowaniem powinien:

- 2.1.1 uniemożliwiać zaleganie wody opadowej i posiadać odprowadzenie wody chroniące przed zalewaniem ścian,
- 2.1.2 w przypadku wykorzystania dachu do zabudowy urządzeń wagonowych posiadać bezpieczną przestrzeń do przemieszczania się i wykonywania obsługi technicznych zabudowanych urządzeń; wzdłuż podestów do przechodzenia, na obudowach urządzeń, powinny być rozmieszczone uchwyty do przytrzymywania się,
- 2.1.3 uwzględniać ułożenie przewodów elektrycznych w sposób uporządkowany, bez narażenia na uszkodzenia elektryczne i mechaniczne wynikające z warunków środowiskowych i ruchu tramwaju oraz przechodzenia pracowników obsługi technicznej; przewody muszą być umieszczone i osłonięte tak, aby uniemożliwiać chodzenie bezpośrednio po nich; pożądane jest umieszczenie przewodów z zachowaniem dystansu od poszycia dachu i takie ich zamocowanie, aby nie uległy uszkodzeniu mechanicznemu w czasie normalnej eksploatacji.

2.2. Poszycie dachu oraz podesty przeznaczone do chodzenia muszą mieć taką wytrzymałość, aby nie odkształcały się trwale w czasie chodzenia pracowników obsługi technicznej.

2.3. Wymagane jest przystosowanie dachu w okolicy odbieraka prądu do awaryjnego (sporadycznego) wejścia na dach po drabinie, przez wykonanie uchwyty do zamocowania (oparcia) drabiny według zwymiarowanej fotografii przedstawionej poniżej oraz uchwyty do przytrzymywania się w trakcie przechodzenia z drabiny na dach tramwaju.



Rysunek nr 9. Przystosowanie dachu do zamocowania drabiny.

2.4. Należy zastosować jednoramienny odbierak prądu o konstrukcji przystosowanej do bezawaryjnej współpracy z siecią trakcyjną, gwarantującej jego trwałość, tj. wysoką odporność na uszkodzenia (niewystępowanie złamań lub odkształceń) dolnego ramienia (ramię zasadnicze) podczas kolizji występujących przy współpracy odbieraka z siecią

trakcyjną, tj. uszkodzenia w takich przypadkach powinny ograniczać się do uszkodzeń zespołu ślizgaczy z wahaczami, a przy działaniu większych sił ewentualnie dodatkowo do uszkodzeń ramienia górnego (górných ramion). Wymagane jest wyposażenie odbieraka prądu w napęd elektryczny, którego wałek napędowy jest łączony zatraskowo z napędem i przepustem dachowym oraz w urządzenie umożliwiające manualne podniesienie i opuszczenie odbieraka prądu przy niedziałającym napędzie elektrycznym.

- 2.5. Umieszczone na dachu izolatory urządzeń elektrycznych, poprzez budowę izolatora i użyty materiał, powinny być elektrycznie odporne na zabrudzenie, zwłaszcza grafitem pochodzącym ze ślizgów odbieraka prądu oraz umożliwiając łatwe ich czyszczenie.
- 2.6. Wymaga się, aby wszystkie urządzenia (w tym również anteny) zlokalizowane na dachu tramwaju posiadały połączenie ochronne spełniające wymagania normy PN-EN 50153:2014-11.
- 2.7. Urządzenia elektryczne umieszczone na dachu powinny pracować bezawaryjnie także w przypadku ulewnych opadów oraz przy zaleganiu śniegu będącego następstwem parkowania tramwajów na placu postojowym w czasie opadów.
- 2.8. Uszczelnienia skrzyń wagonowych umieszczonych na dachu oraz wszystkie przepusty dachowe muszą być wykonane w sposób uniemożliwiający przedostawanie się wody oraz muszą być odporne na uszkodzenia mogące je pogorszyć w trakcie eksploatacji tramwaju.
- 2.9. Urządzenia, których nie można w pełni odizolować od wpływu czynników zewnętrznych należy wykonać z materiałów odpornych na korozję.

3. Wózki wagonowe i przystosowanie do toczenia obrotów kół na tokarkach podtorowych

- 3.1. Zamawiający powierzy Wykonawcy, na potrzeby realizacji zamówienia, dwa wózki tramwajowe.

- 3.1.1 Przed przekazaniem Wykonawcy wózki zostaną poddane pracom mającym na celu przywrócenie ich do właściwego stanu technicznego po przestoju oraz przygotowane do użytkowania.

- 3.1.2 Wózki zostały wyprodukowane w 2015 r. Od momentu produkcji nie były eksploatowane oraz składowane były w odpowiednich warunkach. Podstawowa specyfikacja wózków:

Wózek nr 1:

- Typ: 2NPW-T,
- Rok produkcji: wrzesień 2015,
- Producent: RMT Protram,
- Numer fabryczny: 18/2015,
- Typ przekładni: 20PML (moc 65/130kW, max obr.: 4000),
- Wyposażenie: 2 siniki trakcyjne klatkowe asynchroniczne typ STDa 225-4A/1 firmy EMIT Żychlin o mocy znamionowej 65kW (każdy), napięciu znamionowym 380V, prądzie znamionowym 117A; hamulce mechaniczne pasywne (sprężynowe) typ HT-4/24 firmy Woltan; hamulce szynowe typ HSP-24 firmy Presko- Serwis.

Wózek nr 2:

- Typ: 2NPW,
- Rok produkcji: maj 2015,
- Producent: RMT Protram,

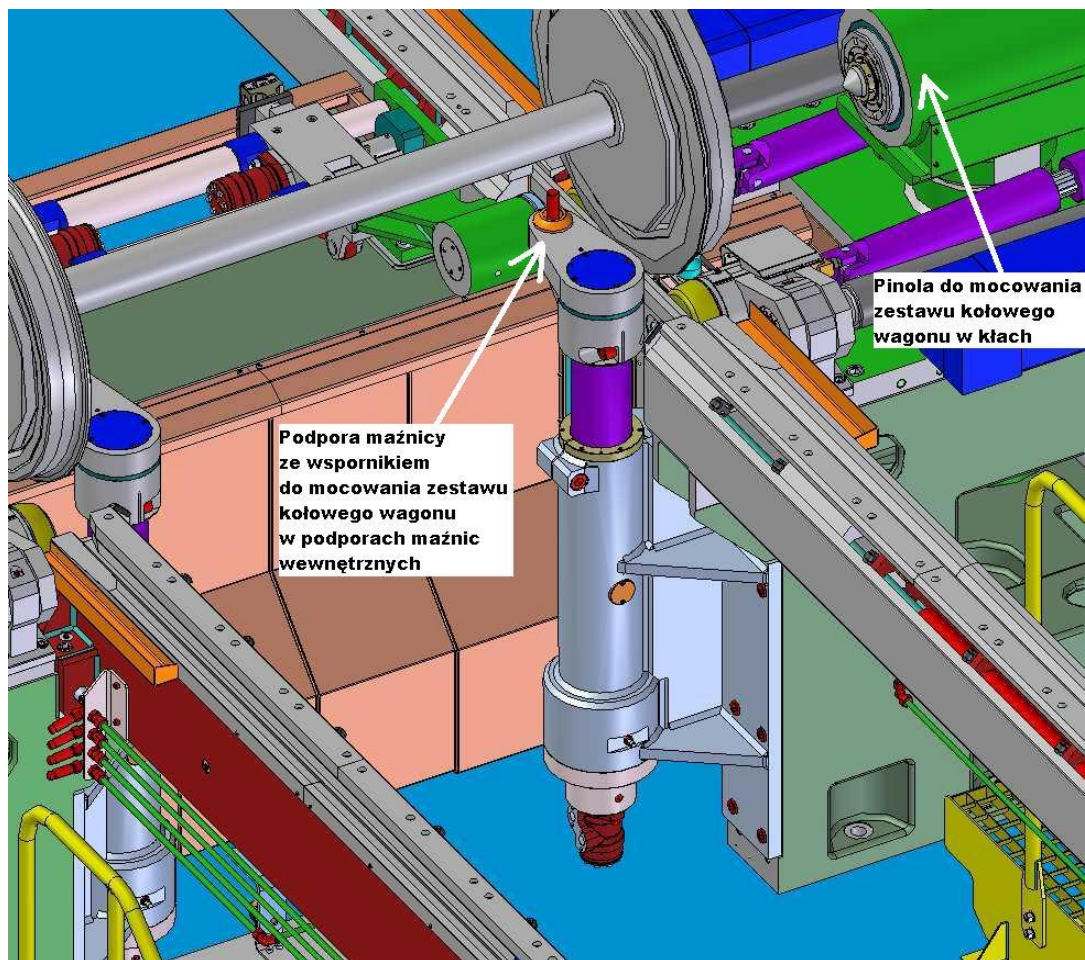
- Numer fabryczny: 07/2015,
 - Typ przekładni: 20PML (moc 65/130kW, max obr.: 4000),
 - Wyposażenie: hamulce mechaniczne pasywne (sprężynowe) typ HT-4/24 firmy Woltan oraz hamulce szynowe typ HSP-24 firmy Presko- Serwis.
- 3.1.3 Szczegółowa specyfikacja techniczna wózków tramwajowych zostanie przekazana przez Zamawiającego w formie dokumentacji technicznej oraz fotograficznej. Dokumentacja ta obejmować będzie w szczególności informacje dotyczące typu wózka, producenta, roku produkcji, podstawowych parametrów technicznych, wyposażenia oraz danych identyfikacyjnych.
- 3.1.4 Przekazanie wózków Wykonawcy nastąpi na podstawie protokołu przekazania sporządzonego i podpisanego przez Strony.
- 3.1.5 W cenie oferty nie należy uwzględniać wózków tramwajowych, które zostaną powierzone Wykonawcy przez Zamawiającego na potrzeby realizacji zamówienia.
- 3.1.6 Z tytułu powierzenia wózków Wykonawcy nie będą przysługiwać wobec Zamawiającego żadne dodatkowe roszczenia finansowe ani żądania zmiany wynagrodzenia określonego w ofercie.
- 3.1.7 Od momentu podpisania protokołu przekazania do chwili odbioru tramwaju, Wykonawca ponosi odpowiedzialność za powierzone wózki.
- 3.2. Tramwaj musi być wyposażony w dwa wózki napędowe z obręczami kół o średnicy nie mniejszej niż 650 mm dla obręczy nowej, związanymi osią klasyczną. Obręcze kół muszą być wykonane z materiału P70.
- 3.3. Różnica maksymalnej i minimalnej średnicy obręczy umożliwiająca eksploatację tramwaju nie może być mniejsza niż 80 mm.
- 3.4. Średnica minimalna obręczy umożliwiająca eksploatację tramwaju nie może być mniejsza niż 530 mm.
- 3.5. Koła wózków wagonowych muszą być osłonięte błotnikami.
- 3.6. W budowie wózka wagonowego powinny być zastosowane co najmniej dwa stopnie odsprężynowania (nie licząc elastyczności kół), w celu ograniczenia oddziaływania masy nieodsprężynowanej.
- 3.7. Konstrukcja wózka wagonowego (łącznie z przyjętymi wymiarami charakteryzującymi zestawy kołowe i profile obręczy kół) musi zapewniać prawidłową współpracę tramwaju z torem rozumianą jako:
- 3.7.1 zminimalizowaną emisję hałasu i drgań,
 - 3.7.2 oszczędne zużywanie się obręczy kół i szyn,
 - 3.7.3 zapewnienie bezpieczeństwa przed wykolejeniem.
- Profile kół tramwajów już eksploatowanych przez Zamawiającego są zgodne z rysunkiem 2 normy PN-K 92016, poza wyokrągleniem pachwiny koła promieniem $R = 13 \text{ mm}$ zamiast $R = 8 \text{ mm}$.
- 3.8. Koła wózka wagonowego muszą być dostosowane do montażu na nich obręczy o szerokościach co najmniej z zakresu od 95 mm do 112 mm, przy czym w dostarczanych tramwajach muszą być zamontowane obręcze o szerokości 112 mm.
- 3.9. W przypadku zastosowania osłon wózków wagonowych, osłony te powinny w położeniu otwartym umożliwić odchylenie o kąt przekraczający 140° , a ich otwieranie powinno być możliwe na torowisku z wygrozdzeniem, przy koniecznym w trakcie otwierania odsunięciu osłony od linii nadwozia tramwaju nieprzekraczającym 30 cm. Osłona zabezpieczona zamkiem nie może ulec otwarciu podczas jazdy nawet przy niezamkniętym zamku. Powyższe

wymaganie dotyczy również wszystkich innych osłon umieszczonych w dolnej części nadwozia tramwaju. Wymagane jest zastosowanie w osłonach zamków typu „kwadrat”, a ich usytuowanie powinno zabezpieczać je przed zbieraniem się i zamarzaniem w nich wody. Nie dopuszcza się zastosowania zdejmowanych bocznych osłon wózka.

- 3.10. Konstrukcja wózka musi uwzględniać możliwość przeprowadzania procesu reprofilacji kół na tokarkach podtorowych Zamawiającego bez konieczności demontażu wózka oraz jakichkolwiek elementów tramwaju, z wyłączeniem osłon wózków i osłon nakiełków wykonanych w osiach oraz osłon zabezpieczających otwory przeznaczone do mocowania tramwaju na tokarkach podtorowych. Tokarki podtorowe Zamawiającego (typu UGD 150 N i UGL – 80 N, UGE 180 których producentem jest Fabryka Obrabiarek Rafamet S.A. z Kuźni Raciborskiej), przystosowane są do obróbki kół tramwaju z mocowaniem zestawów kołowych wagonów podczas obróbki kół następującymi metodami:

- w kłach,
- w podporach maźnic wewnętrznych.

Elementy tokarki podtorowej służące do mocowania zestawów kołowych obiema metodami przedstawione są na poniższym rysunku.



Rysunek nr 10. Sposoby mocowania zestawu kołowego na tokarkach podtorowych.

Zamawiający wymaga podczas reprofilowania kół mocowania osi wózka przy użyciu pinoli (zastosowaniu metody w kłach). W osiach wózka muszą być wykonane nakiełki zaślepiane na czas codziennej eksploatacji.

Celem wyeliminowania niebezpieczeństwa pęknięcia osi Wykonawca zobowiązany jest określić w dokumentacji technicznej wymagania dla osi określające: charakterystykę zastosowanego

materiału, strukturę materiału, twardość wzdłuż promienia na powierzchni zglądu, i dla każdego tramwaju przedstawić wyniki badań w poniższym zakresie. Badania musi przeprowadzić jednostka badawcza na próbkach z poszczególnych wytopów, jednak w liczbie nie mniejszej niż jedna próbka dla 14 osi.

- 3.11. Zamontowany na wózku hamulec postojowy musi być hamulcem szczękowym.
- 3.12. Wymagane jest, aby hamulec postojowy był wyposażony w urządzenie do samoregulacji luzu pomiędzy elementami ciernymi.
- 3.13. Każdy z mechanizmów hamulca postojowego musi posiadać układ indywidualnego odhamowania.
- 3.14. Na pulpicie motorniczego muszą znajdować się kontrolki wskazujące stan poszczególnych luzowników.
- 3.15. Hamulce szynowe muszą być zamontowane z takim dostępem do nich, aby do ich regulacji oraz montażu i demontażu nie trzeba było ani demontować innych elementów tramwaju (nie dotyczy osłony wózka), ani podnosić tramwaju lub nadwozia. Zastosowane hamulce szynowe nie mogą wymagać częstszej obsługi niż co 10 tys. km przebiegu tramwaju.
- 3.16. W miejscach wymagających okresowego smarowania w trakcie eksploatacji tramwaju powinny być zamontowane smarowniczki (tzw. kalamitki), usytuowane w sposób umożliwiający łatwy dostęp dla podłączenia do nich smarownicy.
- 3.17. Konstrukcja wózka powinna mieć na stałe oznaczone punkty pomiarowe do sprawdzania geometrii ramy wózka.
- 3.18. Przekładnie układu napędowego muszą posiadać uszczelnienia zapewniające brak widocznych wycieków oleju w czasie eksploatacji, a trwałość użytych podzespołów powinna zapewniać przebieg międzyremontowy nie mniejszy niż 500 tys. km.
- 3.19. Zastosowana metoda kontroli poziomu oleju w przekładniach musi umożliwić jednoznaczne ocenienie prawidłowego poziomu oleju.
- 3.20. Konstrukcja wózka wagonowego powinna umożliwiać wymianę obręczy kół w warunkach zajezdniowych.
- 3.21. Tramwaj musi posiadać możliwość przejazdu przez torowisko zalane wodą:
 - 3.21.1 z prędkością 40 km/h na odcinku o długości minimum 100 m przy zalaniu torowiska do 25 mm liczonych od PGS,
 - 3.21.2 z prędkością 5 km/h na odcinku o długości minimum 50 m przy zalaniu torowiska do 70 mm liczonych od PGS.
- 3.22. Elementy wózka muszą posiadać zabezpieczenie antykorozyjne, które zostanie naniesione przez Wykonawcę.

4. Układ elektryczny

- 4.1. Wyposażenie elektryczne powinno spełniać wymagania określone w normach wymienionych w części I.
- 4.2. Wymagany jest układ napędowy z silnikami prądu przemiennego zasilanymi z falowników zbudowanych na bazie tranzystorów. Układ napędowy, w tym silniki, musi być chłodzony powietrzem.
- 4.3. Układ napędowy musi być zbudowany tak, aby wszystkie silniki tramwaju nie były zasilane z tego samego falownika. W związku z powyższym tramwaj musi posiadać więcej niż jeden falownik.
- 4.4. Wymagany jest układ sterowania mikroprocesorowy.

- 4.5. Wymagane jest, aby tramwaj posiadał zadajniki jazdy i hamowania w układzie zadajników nożnych (do obsługi nogami), wyposażone w czuwak pasywny.
- 4.6. Wymagane jest zabezpieczenie głównego obwodu elektrycznego tramwaju przed przepięciami pochodzącymi z sieci trakcyjnej, będącymi wynikiem wyładowań atmosferycznych.
- 4.7. W ochronie instalacji elektrycznej tramwaju w przypadku zwarcia lub przeciążenia należy zastosować wyłącznik szybki o czasie działania nie dłuższym niż 26 ms, przy czym wymagane jest, aby prąd wyzwalacza prądowego nie był większy od 120% maksymalnej wartości prądu pobieranego przez tramwaj.
- 4.8. Wszystkie odsłonięte elementy wykonane z materiałów przewodzących, które są dostępne dla załogi, muszą być połączone z masą nadwozia obwodem ochronnym, którego podłączenia i ciągłość można skontrolować w sposób wizualny. Powyższe nie dotyczy elementów przewodzących, odizolowanych odpowiednio od czynnych elementów przewodzących, mogących powodować porażenie prądem.
- 4.9. Wymagane jest wyposażenie tramwaju w układ, który w przypadku wystąpienia zaniku napięcia sieci trakcyjnej podczas procesu hamowania, spowoduje odłączenie wszystkich obwodów WN tramwaju od sieci trakcyjnej w celu nieprzenoszenia potencjału na tę sieć.
- 4.10. Układ zasilania i sterowania napędem powinien być tak skonstruowany, aby w przypadku awarii jednego modułu napędowego możliwa była jazda awaryjna pozostałym napędem. Przełączanie na jazdę awaryjną musi być realizowane z dwóch kabin motorniczego poprzez elementy sterowania tramwajem.
- Przy pracy w zespole tramwajowym w przypadku awarii układu napędowego pierwszego tramwaju musi być możliwość jazdy awaryjnej napędem drugiego tramwaju ze sterowaniem z tramwaju pierwszego. Przy pracy w zespole tramwajowym w przypadku awarii układu napędowego drugiego tramwaju musi być możliwość jazdy awaryjnej napędem pierwszego tramwaju ze sterowaniem z tramwaju pierwszego.
- 4.11. Wymagany jest system wykrywania i likwidacji poślizgów kół przy rozruchu i hamowaniu, z możliwością wyłączenia układu. Wymagane jest rejestrowanie wyłączenia tego układu w Rejestratorze Zdarzeń tramwaju.
- 4.12. Wymagana jest możliwość rekuperacji energii elektrycznej podczas hamowania w granicach napięcia sieci trakcyjnej 400÷750 V. Pożądana jest możliwość zmiany górnej granicy napięcia rekuperacji do maksymalnej wartości 850 V za pośrednictwem menu serwisowego w panelu motorniczego. Maksymalne napięcie na odbieraku prądu podczas hamowania odzyskowego nie może przekraczać wartości określonej w normie PN-EN 50163:2006.
- 4.13. Hamulec roboczy elektrodynamiczny musi umożliwiać zatrzymanie tramwaju bez udziału hamulca postojowego lub z ograniczonym jego udziałem przy prędkości około 5 km/h, tak aby było zminimalizowane zużycie elementów hamulca szczękowego. Załączenie hamulca postojowego musi przebiegać bez wyczuwalnego działania (utknięcia) podczas fazy hamowania roboczego.
- 4.14. Hamulec roboczy elektrodynamiczny nie może posiadać uzależnień, które by przerywały automatycznie, bez woli prowadzącego tramwaj, zadany proces hamowania elektrodynamicznego, z wyłączeniem przypadku uszkodzenia układu powodującego wzrost napięcia na odbieraku prądu ponad 850 V, pod warunkiem zastąpienia wyłączonego hamowania elektrodynamicznego hamowaniem awaryjnym. W przypadku wyposażenia tramwaju w więcej niż jeden układ ograniczający wzrost napięcia na odbieraku prądu, w przypadku uszkodzenia jednego układu, powinno zostać wyłączone hamowanie elektrodynamiczne tylko dla tego układu i zastąpione hamowaniem awaryjnym.

- 4.15. Wymaga się, aby realizowanie hamowania nagłego przez tramwaj sygnalizowane było załączeniem świateł awaryjnych.
- 4.16. Hamulec elektrodynamiczny musi utrzymać swoją sprawność również w przypadku zaniku napięcia w sieci trakcyjnej. Powyższe dotyczy sieci trakcyjnej wyłączanej oraz wyłączanej i uziemionej. Dodatkowo dla tych stanów sieci układ napędowy tramwaju powinien być wyposażony w element uniemożliwiający przepływ prądu do sieci zasilającej (nie może podawać napięcia na odbierak prądu).
- 4.17. Tramwaj musi posiadać możliwość realizowania jazdy autonomicznej bez zasilania z górnej sieci zasilającej na odcinku co najmniej 2 m przy założeniu poruszania się w zespole tramwajowym z maksymalnym załadowniem (samodzielny zjazd z izolatora sekcyjnego). Włączenie tej funkcji musi być możliwe do zrealizowania przez motorniczego jednym przyciskiem lub jednym przełącznikiem.
- 4.18. Obwody sterowania i obwody pomocnicze (w tym dotyczące pługów odśnieżnych) powinny być zasilane napięciem znamionowym 24 V. Źródłem napięcia 24 V DC musi być przetwornica statyczna i bateria akumulatorów. Wagonowa przetwornica statyczna musi być zbudowana w oparciu o nowoczesne rozwiązania techniczne i technologiczne stosowane w trakcji elektrycznej oraz wyposażona w sterownik mikroprocesorowy sterujący pracą całego układu, a także układ diagnostyczny. Przetwornica statyczna musi między innymi zapewniać prawidłowe doładowywanie baterii oraz posiadać układ ograniczenia prądu ładowania baterii, włączany i wyłączany z poziomu użytkownika tramwaju.
- 4.19. Dopuszcza się, aby wagonowa przetwornica była zespólna z dodatkową przetwornicą służącą do zasilania urządzeń wyposażenia obsługowego.
- 4.20. Do zasilania urządzeń wyposażenia obsługowego służy statyczna przetwornica dodatkowa wykonana w oparciu o nowoczesne rozwiązania techniczne i technologiczne stosowane w trakcji elektrycznej oraz wyposażona w sterownik mikroprocesorowy sterujący pracą całego układu, a także układ diagnostyczny. Przetwornica musi zapewniać stabilne napięcie wyjściowe, odpowiednie do zasilania urządzeń elektronicznych, a w szczególności urządzeń pomiarowych i nie może zakłócać ich pracy oraz wpływać na wartości mierzone. Przetwornica ta musi posiadać wyjścia o parametrach: 230 VAC – moc niezbędna do zasilania aparatury pokładowej powiększona o dodatkowe 10 kVA.
- 4.21. Wymagana jest budowa poszczególnych podzespołów i układów w formie modułowej, umożliwiającej sprawną diagnostykę oraz łatwą i szybką wymianę w przypadkach uszkodzeń.
- 4.22. Układ elektryczny tramwaju powinien być zaprojektowany i wykonany z uwzględnieniem energooszczędnej eksploatacji.
- 4.23. Maksymalny prąd pobierany z sieci trakcyjnej nie może przekraczać 700 [A].
- 4.24. Maksymalna prędkość konstrukcyjna tramwaju nie powinna być mniejsza niż 50 km/h. Rozruch tramwaju powinien następować płynnie niezwłocznie po zadaniu sygnału jazdy. Podczas ruszania na pochyłości w kierunku szczytu wzniesienia nie może następować poprzedzenie ruszenia nawet chwilowym staczaniem się tramwaju.
- 4.25. Tramwaj, zarówno pojedynczy jak i w zespole tramwajowym, musi zatrzymywać się bez występowania poślizgów powodujących powstawanie wielopłaszczyzn na powierzchniach kół.
- 4.26. Zastosowana bateria akumulatorów powinna być zbudowana na bazie ogniw zasadowych niklowo-kadmowych, wykonanych w technologii włóknistej lub spiekanej i charakteryzować się niżej wymienionymi cechami:
- 4.26.1 niewielkim spadkiem pojemności przy niskich temperaturach,
 - 4.26.2 możliwością ładowania w dwóch trybach:

- 4.26.2.1 w trybie normalnym – ładowanie prądem znamionowym zapewniającym wieloletnie eksploataowanie baterii,
- 4.26.2.2 w trybie szybkim – ładowanie prądem o natężeniu większym niż znamionowe (określone przez producenta) w celu uzyskania szybkiego naładowania baterii.
- 4.27. Pożądane jest, aby dostęp do baterii akumulatorów zrealizowany był z zastosowaniem drzwi (pokrywy) na zewnątrz tramwaju, zamykanych na zamek typu „kwadrat”. W przypadku zlokalizowania pokrywy wewnątrz tramwaju należy zapewnić pełną szczelność pomiędzy przedziałem baterii akumulatorów a wnętrzem tramwaju
- 4.28. Układ elektryczny tramwaju powinien być odporny na zakłócenia w postaci wyższych harmonicznych w napięciu wyprostowanym wynikających z przekształceń AC/DC podstacji trakcyjnych.
- 4.29. Podzespołom elektronicznym, których żywotność uzależniona jest w istotny sposób od temperatury, należy poprzez ich lokalizację oraz układy chłodzące i grzewcze, stworzyć warunki otoczenia maksymalnie wydłużające ich żywotność i bezawaryjność.
- 4.30. W połączeniach elektrycznych należy zastosować złączki sprężynowe spełniające normę PN-EN 45545-2+A1:2024-04.
- 4.31. Układ elektryczny tramwaju musi być przystosowany do sterownia wielokrotnego, tj. w dwuwagonowym zespole tramwajowym musi mieć możliwość bycia tramwajem sterującym i sterowanym.
- 4.32. Pożądane jest, aby elementy układu napędowego i przetwornic zlokalizowane były w szafach umieszczonych w części wyposażeniowo - technicznej.

5. Układ piaskowania

- 5.1. Tramwaj musi być wyposażony w układ piaskowania dla dwóch kierunków jazdy.
- 5.2. Układ piaskowania musi spełniać wszystkie poniższe wymagania:
 - 5.2.1 sypanie piasku musi następować pod przednie osie wózków napędowych dla każdego kierunku jazdy,
 - 5.2.2 sterowanie sypaniem piasku musi odbywać się:
 - 5.2.2.1. automatycznie z chwilą wykrycia poślizgu na sygnał z układu sterowania tramwaju,
 - 5.2.2.2. manualnie (ręcznie), po wciśnięciu przycisku na pulpicie przez motorniczego,
 - 5.2.3 pojemność zbiorników na piasek powinna wynosić co najmniej 20 l każdy,
 - 5.2.4 układ piaskowania musi posiadać system suszenia piasku,
 - 5.2.5 końcówka przewodu wysypowego piasku pod koło musi posiadać element grzejny zabezpieczający ją przed zamarzaniem,
 - 5.2.6 układ piaskowania musi być tak zbudowany, aby nie następowało zaleganie piasku w przewodach wysypowych,
 - 5.2.7 zbiorniki piasku powinny być przystosowane do bezpyłowego napełniania z poziomu torowiska przy wykorzystaniu dystrybutora oraz dodatkowo do napełniania ręcznego,
 - 5.2.8 wsypy do napełniania zbiorników, montowane w ścianach tramwaju, muszą być zamykane drzwiczkami z zamkiem na klucz typu „kwadrat” i posiadać obramowanie z materiału odpornego na uszkodzenia powierzchniowe (mogące następować w wyniku uderzeń końcówką pistoletu do napełniania piaskiem),

- 5.2.9 kontrola stopnia napełnienia zbiorników powinna być zrealizowana dwustopniowo:
 - 5.2.9.1. za pomocą wskaźnika umieszczonego w kabinach motorniczego,
 - 5.2.9.2. za pomocą wziernika umieszczonego na zbiorniku,
 - 5.2.10 ilość sypanego piasku oraz zależność ilości sypanego piasku od prędkości tramwaju muszą być tak dobrane, aby tramwaj skutecznie hamował na śliskim torze w pełnym zakresie prędkości, tj. od prędkości z zakresu: $0 < \text{prędkość tramwaju} < 50 \text{ km/h}$,
 - 5.2.11 wymagana jest możliwość dokonywania regulacji ilości wysypywanego piasku z minimalną wartością 20 g/s sypanego piasku pod każde koło,
 - 5.2.12 ilość piasku sypanego pod każde z kół powinna być podobna, przy czym różnica w ilości piasku sypanego pod poszczególne koła tej samej osi nie powinna być większa niż 15%.
- 5.3. Przy pracy w zespole tramwajowym sypanie piasku musi odbywać się w obu tramwajach.

6. Część wyposażeniowo - techniczna tramwaju

Tramwaj diagnostyczny musi być przystosowany do pomiaru infrastruktury torowej i trakcyjnej Zamawiającego przy prędkości w zakresie 0 - 50 km/h. System pomiarowy musi zapewniać: pomiar geometrii toru, pomiar geometrii szyny, wideo inspekcję i skanowanie wskazanych w niniejszym dokumencie elementów infrastruktury, pomiar parametrów sieci trakcyjnej, pomiar zderzenia przewodu jezdnego.

Wszystkie systemy pomiarowe powinny być zsynchronizowane z systemem lokalizacji tramwaju diagnostycznego, tak aby możliwe było wskazanie dokładnej lokalizacji każdej wykrytej usterki i wszystkich punktów pomiarowych.

Pomiary wykonywane będą zazwyczaj w ciągu dnia, jednakże z uwagi na możliwość wykonywania pomiarów również w porze nocnej, system pomiarowy należy dostosować do realizacji pomiarów przez całą dobę.

System pomiarowy powinien być przystosowany do pracy pomiarowej w okresie całego roku uwzględniając różne zjawiska atmosferyczne występujące na terenie Warszawy.

Żywotność systemu pomiarowego nie powinna być krótsza niż 10 lat.

6.1 Urządzenia pomiarowe

Pomiary powinny być wykonywane w sposób bezkontaktowy (bez kontaktu z nawierzchnią torową, siecią trakcyjną ani innymi obiektami) z wyjątkiem pomiarów oddziaływań sieć/pantograf oraz koło/szyna.

Szczególnej staranności wymaga konstrukcja urządzeń pomiarowych, ich mocowania i obudowy eliminujące potrzebę ingerencji człowieka w trakcie kilkugodzinnej jazdy pomiarowej przy narażeniu pojazdu diagnostycznego na zmienne warunki ciśnienia, temperatury i wilgotności, a także podczas opadów atmosferycznych występujących w Polsce. Urządzenia systemów pomiarowych zlokalizowane w dolnej części powinny być odporne na czynniki wynikające z charakterystyki nawierzchni tramwajowej oraz powinny spełniać wymagania klasy wodoszczelności co najmniej IP67, paroszczelności a także zabezpieczenia przed udarami. W szczególności, urządzenia optyczne powinny posiadać wyposażenie samoczyszczące, osłony/oświetlenie zabezpieczające przed nadmiernym nasłonecznieniem/zaciemnieniem monitorowanego obiektu a także zabezpieczenia przed zaparowaniem oraz ośnieżeniem czy oblodzeniem.

Zmienne zjawiska i warunki atmosferyczne powinny mieć jak najmniejszy negatywny wpływ na możliwość wykonania pomiarów. Temperatura otoczenia kształtująca się w zakresie od -10°C do +45°C oraz wilgotność względna powietrza wynosząca do 80% nie mogą powodować uszkodzeń systemów pomiarowych oraz wpływać na wyniki pomiarów.

Urządzenia pomiarowe powinny być sterowane i monitorowane ze stanowiska pracy w pomieszczeniu operacyjnym (schemat rozkładu miejsca musi umożliwiać komunikację na linii operator – motorniczy bez względu na kierunek jazdy).

Urządzenia pomiarowe muszą być gotowe do pracy maksymalnie 30 minut od załączenia pojazdu do sieci trakcyjnej. Powyższy czas dotyczy skrajnych negatywnych warunków atmosferycznych. Zamawiający wymaga, aby czas załączenia przy temperaturach dodatnich i braku opadów atmosferycznych nie był dłuższy niż 10 minut.

Urządzenia pomiarowe muszą pracować niezależnie od kierunku jazdy tramwaju i posiadać osłony i zabezpieczać przed uszkodzeniem/zabrudzeniem niezależnie od kierunku jazdy. W przypadku braku możliwości realizacji pomiaru jednym zestawem urządzeń dla obu kierunków jazdy dopuszczalne jest zabudowanie dwóch zestawów.

6.2 Stanowisko operatora

Stanowisko operatora systemu pomiarowego powinno być wyposażone we wszystkie urządzenia komputerowe, oprogramowanie i podłączenia wymagane do realizacji funkcji pomiarowych.

Należy przewidzieć jedno stanowisko operatora systemu pomiarowego. Stanowisko powinno być uniwersalne i umożliwiać jednoczesne śledzenie mierzonych parametrów i operowanie ustawieniami pomiarów. Należy przewidzieć wstępną obróbkę danych w pojeździe pomiarowym – wykrywanie zdarzeń krytycznych (pęknięcia szyn, duże rozbłyski na sieci, udary na styku pantograf/sieć trakcyjna i inne zagrażające ciągłości ruchu tramwajowego zdarzenia). Stanowisko musi zapewnić uniwersalne usadowienie, niezależnie od kierunku jazdy tramwaju, niwelując dyskomfort jazdy tyłem. Fotel stanowiska operatora musi umożliwiać stabilną i bezpieczną pracę operatora, zapobiegając skutkom zdarzeń drogowych lub nagłego hamowania.

Stanowisko operatora powinno być wyposażone w minimum 3 monitory, odporne na pył, drgania, zakłócenia elektromagnetyczne o wysokiej jakości obrazu, minimalizującej negatywne oddziaływania na pracownika. Przekątna ekranu powinna wynosić minimum 24 cali. Matryca z pokryciem matowym i powłoką antyrefleksyjną. Dwa fotele operatora regulowane z podłokietnikami (regulacja wysokości, regulacja odchylenia oparcia, regulacja wysokości zagłówka, regulacja podparcia kręgosłupa) oraz posiadające mechaniczną amortyzację. Dodatkowo miejsca siedzące, składane dla 6 osób, przytwierdzone do konstrukcji wagonu.

Komputer stanowiska pomiarowego musi być dostosowany do warunków atmosferycznych panujących po wyłączeniu wagonu (wysokie i niskie temperatury oraz wysoka wilgotność), dopuszczalne jest, aby stanowisko było tylko miejscem pracy operatora (traktowanie monitorów jako terminali) a komputer był zabudowany razem z jednostką analityczną w innym miejscu.

Komputery i monitory powinny posiadać zasilacze awaryjne UPS typu online, zapewniające co najmniej 15 minutową pracę w przypadku braku zasilania zasadniczego tych urządzeń i zapewniające czas przełączenia krótszy od 2 ms.

6.3 System pomiarowy torowiska

Musi umożliwiać rejestrowanie stanu infrastruktury w czasie przejazdu wagonu, a następnie przeprowadzenie inspekcji toru w biurze oraz przedstawienie zestawień wyników pomiarów w formacie umożliwiającym import w innym oprogramowaniu, poprzez możliwość wyeksportowania danych pełnych lub wybiórczych z określonym krokiem pomiarowym ze zdefiniowanego przedziału czasowego do ogólnodostępnych formatów np. xlsx.

System pomiarowy powinien składać się z niżej opisanych podzespołów.

6.3.1 System wideo inspekcji dla torów

Moduł wideo inspekcji ma umożliwić rejestrację mierzonego toru w celu późniejszej analizy. Rejestracja obrazu powinna odbywać się równolegle z pomiarami wykonywanymi przez pozostałe systemy pomiarowe, a rejestrowane obrazy powinny być skorelowane z systemami pomiarowymi.

Minimalne wymagania modułu pomiarowego:

- rejestracja widoku szyny w celu automatycznego wykrywania i rozpoznawania widocznych wad powierzchni tocznej szyny (w tym wykrywanie pęknięć),
- rejestracja widoku ogólnego torowiska z góry, bez zacienionych miejsc, o szerokości minimum 2,5 m,
- rejestracja trasy przejazdu w dwóch kierunkach obejmującej obiekty i urządzenia przytorowe,
- na każdej klatce (obrazie) z kamery realizującej rejestrację muszą być zarejestrowane następujące informacje (dla eksportowanych obrazów):
 - numer toru/szlaku/węzła,
 - aktualny kilometraż,
 - aktualna data,
- oświetlenie typu LED z możliwością wymiany źródła światła, umożliwiające rejestrację obrazów pod pojazdem w dzień i w nocy.

System wideo inspekcji dla torów powinien składać się z kamer zamontowanych na obu końcach pojazdu. Zapis widoku trasy powinien być realizowany zawsze z jednej kamery zgodnie z kierunkiem poruszania się pojazdu. Przełączanie zapisu z kamer powinno odbywać się automatycznie w zależności od kierunku jazdy. Na obrazie z kamery realizującej wideo rejestrację powinny być zarejestrowane następujące informacje (dla eksportowanych obrazów): numer toru/szlaku/węzła, aktualny kilometraż, aktualna data.

Musi być również możliwy eksport wybranych fragmentów zapisu wideo w bezstratnym formacie do plików AVI.

6.3.1.1 Rejestracja trasy przejazdu

Widok poglądowy, realizowany przez zestawy kamer panoramicznych, pozwalający na łatwą orientację w terenie i zapewniający podgląd miejsca wykonania inspekcji. Obraz rejestrowany przez zestaw kamer znajdujących się na obu końcach pojazdu, realizowany przez kamerę usytuowaną w kierunku poruszania się pojazdu. Jakość obrazu musi umożliwiać odczytywanie znaków i napisów zarówno w trybie dziennym jak i nocnym.

6.3.1.2 Moduł wykrywania wad powierzchniowych główki szyny

Automatyczna detekcja pęknięć oraz wad powierzchniowych szyn, realizowana poprzez zestaw kamer i mikrofonów rejestrujących obrazy obejmujące powierzchnię toczną i wewnętrzną główki każdej szyny z dużą rozdzielczością, niezbędną w procesie wykrywania wad.

6.3.1.3 Widok boczny szyn

Rejestracja widoku bocznego szyn od strony osi toru dla celów inspekcji wizualnej stanu szyny, połączeń, mocowania oraz usterek. W torowiskach niezabudowanych obraz ma obejmować: główkę szyny, szynkę, stopę szyny, przytwierdzenie, obserwacje połączeń spajanych. W torowiskach zabudowanych widok będzie ograniczony zabudową torowiska.

6.3.1.4 Ogólny widok toru

Widok z góry na cały tor, pozwalający na ocenę w torach niezabudowanych stanu podkładów, kompletności mocowania szyn, elementów rozjazdów, urządzeń torowych oraz stanu podtorza, w tym podsypki. W torowiskach zabudowanych nagrany obraz video będzie umożliwiał ocenę stanu zabudowy oraz stanu szyn.

6.3.2 Moduł diagnostyczny dla pomiarów parametrów układu geometrycznego torów oraz zużycia szyn

6.3.2.1 Pomiar układu geometrycznego toru

Podstawowe parametry modułu systemu:

6.3.2.1.1 krok próbkowania 0,25 m,

6.3.2.1.2 technologia pomiaru optyczna bezkontaktowa,

6.3.2.1.3 baza pomiarowa nie krótsza niż 7 m,

6.3.2.1.4 parametry wymagane do pomiaru:

- szerokość toru,
- nierówności pionowe toru oddzielnie dla każdego toku szynowego,
- nierówności poziome toru oddzielnie dla każdego toku szynowego,
- przechyłka toru,
- wyliczanie wichrowatości toru dla różnych baz pomiarowych (1-10m),
- wyliczanie gradientu szerokości toru dla różnych baz (1-10m).

Tab. 5. Minimalne wymagania dokładności systemu pomiarowego do pomiaru geometrii toru:

Nazwa	Zakres	Dokładność	Rozdzielczość
Droga	0/+99999,9 m	0,10%	0,1 m
Szerokość toru	-20/+50 mm	+/- 0,5 mm	0,1 mm
Przechyłka	-200/+200 mm	Na prostej: +/- 2 mm Na łuku (R<300 m): +/- 5 mm	1,0 mm
Nierówności w pionie i poziomie na bazie 10m	Poziome:-800/+800 mm, pionowe:-50/+50 mm	+/-2,0 mm	1,0 mm

6.3.2.2 Pomiar i ocena zużycia szyn

Podstawowe parametry modułu systemu:

- 6.3.2.2.1 krok próbkowania 0,25 m,
- 6.3.2.2.2 technologia pomiaru optyczna bezkontaktowa,
- 6.3.2.2.3 automatyczne porównywanie zmierzonych parametrów z wartościami nominalnymi,
- 6.3.2.2.4 możliwość wczytania danych nominalnych z zewnętrznej bazy danych,
- 6.3.2.2.5 wymagane do pomiaru parametry:
 - zużycie pionowe i boczne główki szyny dla szyn Vignole'a i rowkowych oraz dodatkowo zużycie poziome kierownicy dla szyn rowkowych,
 - zużycie pionowe, szerokość i głębokość rowka (dla krzyżownic),
 - przekrój poprzeczny szyn (obu toków),
- 6.3.2.2.6 dla szyn odsłoniętych profil szyny powinien obejmować główkę oraz stopę szyny dla każdego typu szyny, dla szyn zabudowanych zakres ograniczony zabudową torowiska,
- 6.3.2.2.7 zużycie boczne mierzone 14 mm od powierzchni tocznej szyny.

Tab. 6. Minimalne wymagania dokładności systemu pomiarowego do pomiaru zużycia szyn:

Nazwa	Zakres	Dokładność	Rozdzielczość
Zużycie szyn	Wszystkie typy szyn stosowane przez Zamawiającego	+/- 0.3 mm	0,01 mm

6.3.2.3 Pomiar i ocena stanu krzyżownic

Moduł pomiarowy powinien umożliwić ocenę stanu zużycia krzyżownic w rozjazdach torowych. Podstawowe parametry modułu systemu:

- 6.3.2.3.1 krok próbkowania nie dłuższy niż 0,05 m,
- 6.3.2.3.2 technologia pomiaru optyczna bezkontaktowa,
- 6.3.2.3.3 automatyczne porównywanie zmierzonych parametrów z wartościami zadanymi,
- 6.3.2.3.4 wymagane parametry:
 - głębokość rowka krzyżownicy – oba kierunki jednocześnie,
 - szerokość rowka krzyżownicy – oba kierunki jednocześnie,

- ocena zużycia iglic w zwrotnicy.

Tab. 7. Minimalne wymagania dokładności systemu pomiarowego do pomiaru krzyżownic:

Nazwa	Zakres	Dokładność	Rozdzielczość
Profil krzyżownicy oraz wyliczane parametry	Wszystkie typy rozjazdów stosowane przez Zamawiającego	+/- 0.3 mm	0,01 mm

6.3.2.4 Pomiar i ocena zużycia falistego szyn

Moduł pomiaru zużycia falistego szyn powinien umożliwiać pomiar i ocenę zużycia falistego dla długości fal zgodnych z normą PN-EN 13231-2:2021-04.

Wynik pomiaru podłużnego szyn powinien obejmować prezentację wyników w trzech zakresach długości fal:

- 6.3.2.4.1 $10 \text{ mm} \leq \lambda \leq 30 \text{ mm}$,
- 6.3.2.4.2 $30 \text{ mm} < \lambda \leq 100 \text{ mm}$,
- 6.3.2.4.3 $100 \text{ mm} < \lambda \leq 300 \text{ mm}$.

Podstawowe parametry modułu systemu:

- 6.3.2.4.4 technologia pomiaru bezkontaktowa,
- 6.3.2.4.5 krok próbkowania nie dłuższy niż 5 mm,
- 6.3.2.4.6 prezentacja wyników w postaci amplitudy RMS oraz PIK-PIK graficzna i tabelaryczna z wyróżnieniem przekroczeń.

Wymagania systemu pomiarowego:

- 6.3.2.4.7 dokładność amplitudy RMS min $\pm 10 \mu\text{m}$ dla fal z zakresu do 30mm,
- 6.3.2.4.8 dokładność amplitudy RMS min $\pm 30 \mu\text{m}$ dla fal z zakresu do 100mm,
- 6.3.2.4.9 dokładność amplitudy RMS min $\pm 100 \mu\text{m}$ dla fal z zakresu powyżej 100mm

Granice dopuszczalne amplitud zgodnie z normą PN-EN 13231-2:2021-04 Kolejnictwo – Tor Odbiór prac -- Część 2: Odbiór reprofilowanych szyn na szlaku, w rozjazdach, skrzyżowaniach i przyrządach wyrównawczych.

6.4 Pomiar i ocena usytuowania peronu przystankowego

Moduł pomiaru pozycji peronu powinien mierzyć i oceniać położenie krawędzi peronu w stosunku do osi toru. Włączenie trybu pomiarowego następuje w sposób automatyczny. Tagi NFC (szczegółowy opis w pkt. 6.9.3) umieszczone w torowisku na początku i końcu peronu przystankowego są informacją dla systemu o rozpoczęciu i zakończeniu pomiaru. Istnieje również możliwość ręcznego uruchomienia. Nie powinno wpływać to na działanie pozostałych systemów.

Minimalne wymagania modułu pomiarowego:

- 6.4.1 pomiar wysokości krawędzi peronu liczony od PGS mierzony z dokładnością do 1 mm,
- 6.4.2 pomiar odległości krawędzi peronu od osi toru mierzony z dokładnością do 1 mm,
- 6.4.3 krok pomiarowy nie dłuższy 0,25 m,
- 6.4.4 automatyczne porównywanie zmierzonych parametrów z wartościami nominalnymi,

- 6.4.5 możliwość wczytania danych nominalnych z zewnętrznej bazy danych,
- 6.4.6 automatyczne wykrywanie przekroczeń wysokości i odległości,
- 6.4.7 możliwość wskazania krawędzi we wskazanym przekroju w czasie analizy off-line.

Tab. 8. Minimalne wymagania dokładności systemu pomiarowego do pomiaru peronów przystankowych:

Nazwa	Zakres	Dokładność	Rozdzielczość
Wysokość i odległość peronu	Zgodnie z infrastrukturą Zamawiającego	+/- 1,0 mm	0,5 mm

6.5 Pomiar drgań

Moduł powinien wykrywać miejsca, w których wartości drgań wywołanych przez wzajemne oddziaływanie na siebie szyna/koło są znacznie powyżej średniej, wskazywać ich lokalizację na mapie, prezentować dla nich fragmenty filmów oraz wyniki pomiarów. Użytkownik powinien mieć możliwość ustawienia granicznego poziomu drgań oraz czasu ich trwania. Oba warunki spełnione jednocześnie będą podstawą do zarejestrowania zdarzenia.

6.6 Pomiar hałasu

Moduł powinien wykrywać miejsca, w których wartości hałasu są znacznie powyżej średniej, wskazywać ich lokalizację na mapie, prezentować dla nich fragmenty filmów oraz wyniki pomiarów. Moduł pomiaru hałasu powinien mieć możliwość parametryzacji poprzez ustawienie wartości:

- 6.6.1 natężenia dźwięku [dB],
- 6.6.2 częstotliwości dźwięku [Hz],
- 6.6.3 długości trwania dźwięku [s].

Stany alarmowe mają być generowane po przekroczeniu wszystkich powyższych parametrów jednocześnie.

6.7 System wideo inspekcji dla sieci trakcyjnej

6.8.1 Pomiar przewodu jezdnego

Moduł pomiaru przewodu jezdnego powinien umożliwić pomiar wysokości w stosunku do PGS, odsuwu przewodu jezdnego w stosunku do osi toru oraz zużycie przewodu jezdnego. Rejestrowane wyniki powinny być skorelowane z pozostałymi modułami systemu pomiarowego.

Minimalne wymagania modułu pomiarowego:

- 6.8.1.1 pomiar wysokości zawieszenia przewodu jezdnego nad poziomem główki szyny,
- 6.8.1.2 pomiar odsuwu przewodu jezdnego,
- 6.8.1.3 pomiar zdercia (zużycia) przewodu jezdnego,
- 6.8.1.4 krok pomiarowy nie dłuższy 0,25 m.

Tab. 9. Minimalne wymagania dokładności systemu pomiarowego do pomiaru przewodu jezdnego:

Nazwa	Zakres	Dokładność	Rozdzielczość
Wysokość zawieszenia sieci	+4000 mm/6 500 mm	+/- 10,0 mm	1,0 mm
Odsuw sieci trakcyjnej	-500 mm/+500 mm	+/- 10,0 mm	1,0 mm
Zdercie przewodu jezdnego	0% - 50%	+/- 0,1 mm	0,1 mm

Moduł pomiaru odsuwu sieci trakcyjnej umożliwiający wykrywanie i rejestrację poprzecznego przemieszczenia przewodu jezdnego względem punktu odniesienia (punkt 0). Funkcja musi pozwalać operatorowi na podanie parametru (wartość bezwzględna) najmniejszego oraz największego oczekiwanego odsuwu (w mm) przed rozpoczęciem pomiaru. System ma na bieżąco porównywać wartości pomiarowe z zadanymi progami, rejestrować punkty przekroczeń, generować zdarzenia alarmowe i umożliwiać eksport danych oraz generowanie raportów w formatach PDF/CSV/XLSX. Wymagane są mechanizmy wizualizacji wyników w formie graficznej. Parametry modułu zostały określone w Tabeli nr 9.

Moduł pomiaru wysokości zawieszenia sieci trakcyjnej umożliwiający wykrywanie i rejestrację pionowego przemieszczenia przewodu jezdnego względem poziomu główki szyny. Funkcja musi pozwalać operatorowi na podanie parametru najmniejszego oraz największego oczekiwanego zawieszenia (w mm) przed rozpoczęciem pomiaru. System ma na bieżąco porównywać wartości pomiarowe z zadanymi progami, rejestrować punkty przekroczeń, generować zdarzenia alarmowe i umożliwiać eksport danych oraz generowanie raportów w formatach PDF/CSV/XLSX. Wymagane są mechanizmy wizualizacji wyników w formie graficznej. Parametry modułu zostały określone w Tabeli nr 9.

Moduł pomiaru zużycia (zdarcia) przewodu jezdnego realizujący pomiar ciągły z krokiem co najmniej 0,25 m. Nominałem do odniesienia jest przekrój przewodu jezdnego DJP100. Funkcja musi umożliwiać operatorowi podanie granicznego poziomu zużycia przewodu jezdnego, który będzie progiem do generowania alarmów. System ma na bieżąco porównywać wartości pomiarowe z zadanym progiem, rejestrować punkty przekroczeń, generować zdarzenia alarmowe i umożliwiać eksport danych oraz generowanie raportów w formatach PDF/CSV/XLSX. Wymagane są mechanizmy wizualizacji wyników w formie graficznej. Parametry modułu zostały określone w Tabeli nr 9.

System, na podstawie kolejnych pomiarów oddalonych od siebie w czasie, tworzy trend zużycia przewodu jezdnego w czasie i na jego podstawie szacuje jakie jest przewidywane jego zużycie w trakcie dalszej eksploatacji. Na podstawie zebranych danych pomiarowych, system powinien umożliwiać oszacowanie z dokładnością co do miesiąca, kiedy wystąpi konkretne zużycie przewodu jezdnego.

6.8.2 Pomiar pracy pantografu

Moduł pomiaru pantografu ma umożliwić wideo rejestrację pracy pantografu wraz z pomiarem przyspieszeń pionowych pantografu i siłą docisku pantografu do sieci trakcyjnej. Rejestracja obrazu powinna odbywać się równolegle z pomiarami wykonywanymi przez pozostałe systemy pomiarowe, a rejestrowane obrazy powinny być skorelowane z systemami pomiarowymi. Na obrazie z kamer realizujących rejestrację muszą być zarejestrowane następujące informacje:

- 6.8.2.1 numer toru,
- 6.8.2.2 numer odcinka sieciowego,
- 6.8.2.3 nazwa ulicy (pobrana z systemu GPS),
- 6.8.2.4 aktualny kilometr danego odcinka sieciowego,
- 6.8.2.5 aktualna data i godzina (z dokładnością do sekundy),
- 6.8.2.6 wartość zarejestrowanego przyspieszenia (dodatkowo prezentacja na wykresie),

- 6.8.2.7 siła docisku pantografu do sieci trakcyjnej,
- 6.8.2.8 wysokość zawieszenia sieci,
- 6.8.2.9 odsuw sieci,
- 6.8.2.10 zderzenie przewodu jezdnego.

6.8.3 Wykrywanie rozbłysków

Moduł powinien wskazywać automatycznie miejsca w których wykrył rozbłyski na styku pantografu z siecią trakcyjną, wskazywać ich lokalizację na mapie oraz dopasowywać 10 s fragmenty filmów.

6.8.4 Pomiar drgań na styku pantograf/sieć trakcyjna

Moduł powinien mierzyć oddziaływanie dynamiczne pomiędzy przewodem jezdnym a pantografem (pomiar siły stykowej i pomiar czasu przerw stykowych pomiędzy pantografem a przewodem jezdny). Funkcja musi pozwalać operatorowi na podanie parametru najmniejszego oraz największego oczekiwanego docisku pantografu do przewodu jezdnego przed rozpoczęciem pomiaru. System ma na bieżąco porównywać wartości pomiarowe z zadanymi progami, rejestrować punkty przekroczeń, generować zdarzenia alarmowe i umożliwiać eksport danych oraz generowanie raportów w formatach PDF/CSV/XLSX. Wymagane są mechanizmy wizualizacji wyników w formie graficznej.

6.8.5 Pomiar izolatorów sekcyjnych

Moduł powinien automatycznie wykrywać miejsca występowania izolatorów sekcyjnych oraz zapisywać fragment filmu wraz z dźwiękiem, na którym będzie widoczny oraz słyszalny moment przejazdu tramwaju diagnostycznego pod izolatorem (moment współpracy pantografu z izolatorem +/- 2s) i zdjęcie izolatora w pełnej jego długości. Dodatkowo system powinien odczytywać informacje o numerze izolatora z cechy zawieszanej na sieci trakcyjnej (Fot. 1.) oraz korelować go z zarejestrowanym obrazem.

Fot. 1. Fotografia przedstawiająca izolatory sekcyjne wraz z cechą zawierającą numer izolatorów.



6.9 Synchronizacja drogi i czasu

6.9.1 Wyznaczanie lokalizacji tramwaju oraz punktów pomiarowych

Wszystkie parametry mierzone urządzeniami pomiarowymi wchodzącymi w skład systemu pomiarowego a także obliczane na podstawie parametrów mierzonych, powinny być jednoznacznie i w sposób jednolity zorientowane w czasie i przestrzeni poprzez moduł synchronizacji drogi, systemy satelitarne GNSS oraz tagi NFC, które umieszczone będą w charakterystycznych punktach w torowisku (początek/koniec węzła/szlaku/peronu).

Wymagana jest najwyższa dokładność określania lokalizacji tramwaju diagnostycznego oraz zbieranych punktów pomiarowych. Wymagana jest powtarzalność lokalizowania tych samych punktów pomiarowych z dokładnością do 5 cm.

Wskazywanie punktów pomiarowych ma odbywać się w module lokalizacji zgodnie ze wskazaniami urządzeń:

6.9.1.1 odbiornika sygnałów nawigacji satelitarnej GNSS z wykorzystaniem poprawek korekcyjnych RTK- współrzędne geodezyjnym PL-2000;

6.9.1.2 licznika drogi;

6.9.1.3 tagów NFC.

Moduł synchronizacji drogi powinien obejmować pomiar drogi, miejscowe korygowanie tego pomiaru poprzez odczytywanie dokładnej lokalizacji z tagów NFC umieszczonych w torowisku w charakterystycznych punktach umownych (początek/koniec szlaku/węzła/peronu, itp.). Funkcjonowanie modułu lokalizacji kilometrowej powinno być zsynchronizowane z układem lokalizacji. Moduł drogowy zintegrowany z modulem satelitarnym GNSS, nazwany dalej modulem hybrydowym wyznaczania pozycji, należy wykorzystać do zapewnienia najwyższej dokładności wyznaczania pozycji oraz w miejscach, gdzie dostęp do sygnału satelitarnego GNSS jest niemożliwy lub utrudniony (budynki, tunele).

6.9.2 Architektura systemu

Należy dążyć do optymalizacji kosztowej stosowanych rozwiązań poprzez podzielenie systemu analitycznego na część pokładową i stacjonarną.

Zamawiający wymaga zastosowania katalogu nieprawidłowości i w zależności od złożoności wykrycia, uzgodnienia z Zamawiającym usterek wykrywanych w czasie rzeczywistym z wykorzystaniem komputera przemysłowego na tramwaju oraz usterek analizowanych po zgraniu materiału i danych podczas postoju w punkcie parkowania tramwaju. Dane analizowane po zgraniu muszą być szczegółowo zweryfikowane wraz z oznaczeniem wszystkich wykrytych nieprawidłowości i zawierać wstępną klasyfikację. Operator musi mieć możliwość przejrzania danych, na podstawie których zaklasyfikowano nieprawidłowość (dotyczy to materiału wideo oraz pomiarów).

Do zaprojektowania systemu należy wykorzystać infrastrukturę on-premise Zamawiającego, poprzez wyliczenie zapotrzebowania na moc obliczeniową (CPU, RAM) oraz powierzchnię dyskową. Architektura musi uwzględnić wolumen danych on-line oraz offline (po zaparkowaniu) jakie będą przesyłane oraz rekomendacje do technologii przesyłu.

W przypadku modeli AI Zamawiający dopuszcza wykorzystanie gotowych modeli zewnętrznych pod warunkiem przetwarzania danych w ściśle określonym zakresie.

W przypadku modelu AI zastosowanego na tramwaju (jeśli wystąpi) wymagana jest implementacja na komputerze przemysłowym w tramwaju.

Przygotowane systemy muszą zostać poddane testom penetracyjnym zleconym przez Wykonawcę a następnie testom penetracyjnym zleconym przez Zamawiającego zgodnie z postanowieniami dot. cybersecurity.

Należy przedstawić dokument z wymaganymi serwerami i architekturą do akceptacji Zamawiającego.

6.9.3 Tagi NFC

Aby zapewnić najwyższą dokładność wyznaczania lokalizacji tramwaju diagnostycznego oraz punktów pomiarowych, należy w infrastrukturze torowej Zamawiającego zamontować w punktach charakterystycznych tagi NFC, które służyć będą do korygowania aktualnej pozycji pojazdu.

Tagi NFC będą zamontowane w infrastrukturze siłami Zamawiającego, pod nadzorem Wykonawcy, w którego zakresie będzie:

- 6.9.3.1 stworzenie oraz dostarczenie Zamawiającemu oprogramowania wraz z niezbędnymi urządzeniami peryferyjnymi do programowania tagów NFC,
- 6.9.3.2 dostarczenie tagów NFC (typ on-metal z przekładką ferrytową) w ilości o 50% większej niż wyznaczone punkty montażowe,
- 6.9.3.3 opracowanie szybkiej i trwałej technologii przytwierdzania tagów NFC do torowiska,
- 6.9.3.4 opracowanie wraz z Zamawiającym optymalnych punktów montażu tagów NFC.

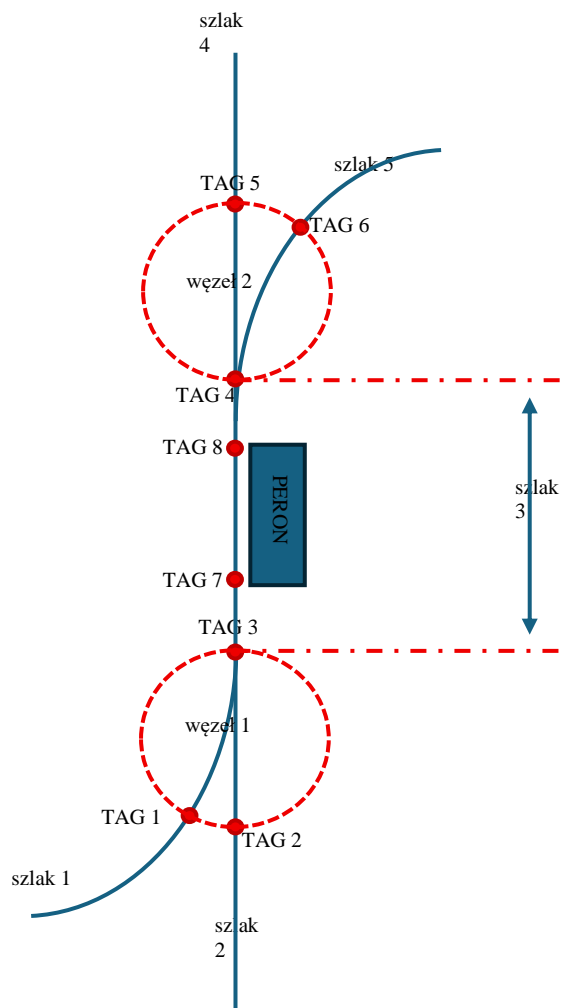
Tagi NFC będą odczytywane przez przejeżdżający nad nimi tramwaj diagnostyczny poprzez antenę RFID o odpowiednio dobranych parametrach. Podczas doboru sprzętu należy uwzględnić występujące warunki atmosferyczne (ośnieżenie, oblodzenie, zabrudzenia), które mogą utrudniać odczyt danych z tagów NFC.

Kąt wiązki wysyłanej przez antenę RFID powinien być jak najmniejszy, tak aby zapewnić jak najwyższą precyzję określania lokalizacji. Należy przyjąć, że przejazd nad tagami NFC będzie odbywać się z prędkością nie większą niż 20 km/h.

Z tagów NFC będą odczytywane takie dane jak:

- 6.9.3.5 współrzędne punktu,
- 6.9.3.6 początek/koniec szlaku nr xxx,
- 6.9.3.7 początek/koniec węzła nr xxx,
- 6.9.3.8 początek/koniec peronu przystankowego,
- 6.9.3.9 nazwa peronu przystankowego (lub ID),
- 6.9.3.10 suma kontrolna będąca np. działaniem matematycznym na zapisanych danych w celu sprawdzenia poprawności zapisanych danych.

Dane na tagach NFC należy zakodować w sposób ustalony z Zamawiającym, w sposób uniemożliwiający odczytanie danych osobom postronnym.



Rysunek nr 11. Schemat przykładowego rozmieszczenia znaczników TAG NFC

LEGENDA:

- TAG 1 – koniec szlaku 1, początek węzła 1;
- TAG 2 – koniec szlaku 2, początek węzła 1;
- TAG 3 – koniec węzła 1, początek szlaku 3;
- TAG 4 – koniec szlaku 3, początek węzła 2;
- TAG 5 – koniec węzła 2, początek szlaku 4;
- TAG 6 – koniec węzła 2, początek szlaku 5;
- TAG 7 – początek peronu;
- TAG 8 – koniec peronu.

6.10 Wymagania dodatkowe

6.10.1 Użyte komponenty systemu

Wszystkie użyte części, które podlegają eksploatacji, powinny być dostępne na rynku i możliwe do kupienia przez Zamawiającego. Nie mogą być to podzespoły wyprodukowane w krótkich seriach lub na zamówienie. Wykonawca musi zapewnić cykl życia systemu nie krótszy niż połowa cyklu życia tramwaju. Poprzez cykl życia należy rozumieć aktualizacje oprogramowania i łątek bezpieczeństwa, wsparcie techniczne, dostęp do części zamiennych lub przygotowanie części alternatywnych niegorszych niż stosowane.

6.10.2 Przegląd techniczny oraz kalibracja

Wykonawca po dostarczeniu sprawnego i odebranego przez Zamawiającego tramwaju diagnostycznego, zobowiązany jest do wykonania przeglądu technicznego oraz kalibracji przyrządów pomiarowych w 12 miesiącu użytkowania, jak również wykonania przeglądu technicznego oraz kalibracji przyrządów pomiarowych w 24 miesiącu użytkowania.

W przypadku konieczności kalibracji urządzeń częściej powyższe postanowienia należy traktować jako minimalne.

Przegląd techniczny obejmuje w swym zakresie:

6.10.2.1 czynności ogólne:

- weryfikację stanu ogólnego pojazdu diagnostycznego oraz wyposażenia,
- odczyt i archiwizację dzienników diagnostycznych, logów usterek i komunikatów systemowych,
- sprawdzenie aktualności oprogramowania pojazdu i aparatury pomiarowej; aktualizację oprogramowania w ramach przeglądu, aktualizację łątek bezpieczeństwa, aktualizację map;

6.10.2.2 w zakresie układów mechanicznych:

- kontrolę stanu wózków, osi, zestawów kołowych, łożysk, mocowań i elementów tocznych,
- sprawdzenie układu hamulcowego: skuteczność, zużycie elementów, szczelność przewodów,
- przegląd układu zawieszenia i tłumienia drgań,
- kontrolę mocowania i stanu konstrukcji nośnej oraz zabudowy diagnostycznej;

6.10.2.3 w zakresie układów elektrycznych i zasilania:

- sprawdzenie ciągłości i stanu przewodów zasilających, sterowniczych i sygnałowych,
- kontrolę zabezpieczeń elektrycznych, bezpieczników, wyłączników i uziemień,
- weryfikację działania instalacji niskoprądowych i systemów zasilania pomocniczego,
- sprawdzenie układu łączności, transmisji danych i interfejsów komunikacyjnych;

6.10.2.4 w zakresie systemów sterowania i rejestracji danych:

- kontrolę poprawności działania systemów sterowania aparaturą diagnostyczną,
- test poprawności rejestracji danych i ich integralności,
- weryfikację poprawnego działania interfejsów użytkownika, paneli sterowniczych i pulpity operatorów;

6.10.2.5 w zakresie aparatury pomiarowej – zakres ogólny:

- kontrolę kompletności aparatury pomiarowej oraz jej mocowania,
- weryfikację działania wszystkich podsystemów pomiarowych zgodnie z ich przeznaczeniem,
- sprawdzenie poprawności uruchamiania, zatrzymywania i autodiagnostyki systemów pomiarowych,
- kontrolę stabilności pomiarów i poprawnej pracy w zakresie eksploatacyjnym,
- test komunikacji aparatury pomiarowej z systemami rejestracji, archiwizacji i przetwarzania danych,
- weryfikację, czy wyniki pomiarowe są poprawnie zapisywane, eksportowane i przetwarzane,
- ocenę zużycia aparatury pomiarowej;

6.10.2.6 w zakresie kalibracji aparatury pomiarowej:

- wykonanie pełnej kalibracji wszystkich urządzeń pomiarowych zgodnie z ich instrukcjami producentów,
- wystawienie świadectw kalibracji lub raportów kalibracyjnych,
- weryfikację i ewentualne resetowanie parametrów bazowych/zerowych,
- weryfikację metrologiczną torów pomiarowych i potwierdzenie zgodności z wymaganiami OPZ;

6.10.2.7 w zakresie przeglądu zabudowy diagnostycznej i wyposażenia dodatkowego:

- ocenę stanu zabudów, szaf, skrzyń, mocowań i osłon,
- sprawdzenie mechanizmów wysuwanych, opuszczanych lub regulowanych,
- kontrolę stanu kanałów kablowych i przepustów;

6.10.2.8 w zakresie jazdy próbnej z testami funkcjonalnymi:

- próbę dynamiczną układów mechanicznych i elektrycznych,
- sprawdzenie stabilności pracy aparatury podczas ruchu,
- test rejestracji i zapisu danych z rzeczywistej jazdy;

6.10.2.9 raport końcowy; Wykonawca zobowiązany jest przekazać raport zawierający:

- wyniki przeglądu,
- listę wykonanych prac i testów,
- wykaz ewentualnych wykrytych usterek,
- potwierdzenie kalibracji aparatury pomiarowej,
- rekomendacje dalszej eksploatacji,

- informację o aktualizacji oprogramowania,
- dokumentację fotograficzną.

Wykonawca jest zobowiązany świadczyć usługę kalibracji wszystkich przyrządów, które tego wymagają oraz aktualizację map przez okres co najmniej 10 lat po upływie okresu 2 letniej gwarancji.

6.11 System sztucznej inteligencji do automatycznego wykrywania usterek

6.11.1 Wymagania ogólne

- 6.11.1.1 Wykonawca zobowiązany jest dostarczyć system sztucznej inteligencji (AI) umożliwiający automatyczne wykrywanie oraz klasyfikację usterek na podstawie danych pozyskiwanych z pojazdu pomiarowego, w szczególności danych wideo oraz innych danych pomiarowych.
- 6.11.1.2 Wszelkie operacje przetwarzania danych, w tym analiza, trenowanie modeli, wnioskowanie (inferencja), archiwizacja oraz logowanie, muszą być realizowane wyłącznie na serwerach i zasobach infrastruktury teleinformatycznej Zamawiającego.
- 6.11.1.3 Wykonawca zobowiązany jest zapewnić, że rozwiązanie nie wymaga połączenia z sieciami zewnętrznymi (w tym Internetem) w celu realizacji funkcji analitycznych lub działania algorytmów sztucznej inteligencji.
- 6.11.1.4 Niedopuszczalne jest jakiegokolwiek automatyczne lub ręczne przekazywanie danych do systemów zewnętrznych, w tym usług typu cloud computing, API podmiotów trzecich, modeli hostowanych zdalnie lub narzędzi analitycznych poza kontrolą Zamawiającego.
- 6.11.1.5 Wszelkie modele sztucznej inteligencji muszą być dostarczone w formie umożliwiającej ich uruchomienie lokalne (on-premise), bez konieczności odwoływania się do zewnętrznych zasobów obliczeniowych.
- 6.11.1.6 System nie może zawierać mechanizmów ukrytej transmisji danych, w tym telemetrycznych, diagnostycznych ani aktualizacyjnych, które skutkowałyby przekazywaniem danych poza infrastrukturę Zamawiającego.
- 6.11.1.7 Aktualizacje oprogramowania mogą być realizowane wyłącznie w sposób kontrolowany przez Zamawiającego i nie mogą skutkować automatycznym transferem danych na zewnątrz.
- 6.11.1.8 Wykonawca zobowiązany jest do przedstawienia dokumentacji potwierdzającej spełnienie powyższych wymagań, w tym architektury systemu oraz sposobu przepływu danych.

6.11.2 Model bazowy i baza usterek

- 6.11.2.1 Wykonawca zobowiązany jest dostarczyć wstępnie wytrenowany model AI wraz z bazą referencyjną usterek.
- 6.11.2.2 Model musi umożliwiać wykrywanie co najmniej następujących kategorii usterek:
 - 6.11.2.2.1 w zakresie oprogramowania pokładowego:
 - pęknięcie lub brak ciągłości szyn,
 - poważne uszkodzenie główki szyny,
 - wyboczenie toru,

- nagła deformacja geometrii toru przekraczająca dopuszczalne wartości,
- zapadnięcie toru,
- brakujące lub wyrwane elementy przytwierdzeń,
- uszkodzenia złączy szynowych,
- nieprawidłowe położenie elementów rozjazdów (np. brak domknięcia iglic),
- przeszkody w torze lub skrajni,
- znaczne obniżenie wysokości przewodu jezdnego,
- nadmierne odchylenie przewodu (zygzak poza dopuszczalnym zakresem),
- przerwy w ciągłości sieci,
- uszkodzenia konstrukcji wsporczych zagrażające bezpieczeństwu,
- zerwane lub luźne elementy podwieszenia,
- uszkodzenia wysięgników i elementów nośnych,
- obecność obiektów wchodzących w kontakt z siecią trakcyjną,
- znaczne odchylenie słupów trakcyjnych od pionu;

6.11.2.2.2 w zakresie oprogramowania biurowego:

- zużycia szyn (boczne i pionowe),
- falistość szyn,
- problemy z podsypką (ubytek, zanieczyszczenie, nierównomierność),
- odchylenia geometrii toru mieszczące się w granicach tolerancji,
- zużycia elementów rozjazdów,
- lokalne ubytki materiału o niewielkim zakresie,
- deformacje złączy szynowych (wybicia, naddatek materiału, itp.),
- odchylenia toru w płaszczyźnie poziomej,
- odchylenia toru w płaszczyźnie pionowej (nierówności podłużne),
- skrócenie toru (twist),
- uszkodzenia podkładów (pęknięcia, degradacja materiałowa),
- ubytki podsypki,
- zanieczyszczenie podsypki,
- nierównomierne rozmieszczenie podsypki,
- zużycie przewodu jezdnego,
- lokalne przewężenia przewodu jezdnego,
- nierównomierne zużycie przewodu,

- odchylenia wysokości zawieszenia przewodu w granicach dopuszczalnych,
- odchylenia zygza przewodu w dopuszczalnych granicach,
- zabrudzenia izolatorów,
- pogorszenie stanu powierzchni izolatorów,
- odchylenia słupów od pionu w dopuszczalnych granicach,
- obecność roślinności w pobliżu sieci trakcyjnej,
- obiekty potencjalnie zbliżające się do skrajni.

6.11.3 Wymagania dotyczące skuteczności

6.11.3.1 Skuteczność modelu AI będzie oceniana na podstawie następujących wskaźników:

- 6.11.3.1.1 Precision (precyzja) $\geq 0,85$,
- 6.11.3.1.2 Recall (czułość) $\geq 0,90$,
- 6.11.3.1.3 F1-score $\geq 0,85$,
- 6.11.3.1.4 False Positive Rate $\leq 0,10$.

6.11.3.2 Wskaźniki muszą być spełnione:

- 6.11.3.2.1 dla każdej klasy usterki oddzielnie,
- 6.11.3.2.2 oraz jako średnia ważona dla całego modelu.

6.11.3.3 Ocena skuteczności zostanie przeprowadzona na zbiorze testowym uzgodnionym z Zamawiającym.

6.11.4 Funkcjonalność uczenia i rozwoju modelu

6.11.4.1 System musi umożliwiać dalsze doskonalenie modeli AI przez użytkownika Zamawiającego bez konieczności posiadania specjalistycznej wiedzy programistycznej.

6.11.4.2 System musi posiadać graficzny interfejs użytkownika umożliwiający:

- 6.11.4.2.1 oznaczanie usterek na klatkach wideo (np. bounding box lub maska),
- 6.11.4.2.2 przeglądanie i edycję oznaczonych danych,
- 6.11.4.2.3 dodawanie nowych klas usterek.

6.11.4.3 System musi umożliwiać ponowne trenowanie modelu sztucznej inteligencji bezpośrednio z poziomu interfejsu użytkownika, w sposób samodzielny przez Zamawiającego, bez konieczności udziału Wykonawcy oraz bez wykorzystania zewnętrznych narzędzi i zasobów obliczeniowych,

6.11.5 Wymagania dotyczące procesu trenowania

6.11.5.1 System musi umożliwiać trenowanie modeli wyłącznie na podstawie danych pozyskanych z infrastruktury Zamawiającego, w szczególności:

- 6.11.5.1.1 nagrań wideo z systemów pokładowych,
- 6.11.5.1.2 obrazów (klatek wideo),
- 6.11.5.1.3 danych z czujników pomiarowych.

- 6.11.5.2 Dopuszcza się wykorzystanie przez Wykonawcę zewnętrznych zbiorów danych wyłącznie na etapie wstępnego przygotowania modeli AI (np. pre-trenowania), pod warunkiem że:
 - 6.11.5.2.1 modele końcowe będą dostrajane wyłącznie na danych Zamawiającego,
 - 6.11.5.2.2 skuteczność modeli będzie weryfikowana wyłącznie na danych Zamawiającego,
 - 6.11.5.2.3 działanie systemu nie będzie uzależnione od dostępu do danych zewnętrznych.
- 6.11.5.3 System musi umożliwiać skuteczne nauczanie nowej klasy usterki na podstawie ograniczonego zbioru danych:
 - 6.11.5.3.1 dla usterek typowych: do 50–100 oznaczonych przykładów,
 - 6.11.5.3.2 dla usterek rzadkich: do 10–30 oznaczonych przykładów.
- 6.11.5.4 Wymagania te dotyczą liczby danych niezbędnych do uzyskania modelu spełniającego wymagania jakościowe określone w niniejszym OPZ.
- 6.11.5.5 Przez usterki typowe i rzadkie należy rozumieć:
 - 6.11.5.5.1 Usterki typowe – usterki występujące regularnie, dla których możliwe jest pozyskanie większej liczby przykładów w toku eksploatacji systemu;
 - 6.11.5.5.2 Usterki rzadkie – usterki występujące sporadycznie lub incydentalnie, dla których liczba dostępnych przykładów jest ograniczona.

Klasyfikacja usterek jako typowych lub rzadkich należy do Zamawiającego.
- 6.11.5.6 Niedopuszczalne jest stawianie przez Wykonawcę wymagań dotyczących zwiększenia liczby danych treningowych ponad wartości określone w niniejszym OPZ jako warunku:
 - 6.11.5.6.1 osiągnięcia wymaganej skuteczności,
 - 6.11.5.6.2 poprawnego działania systemu,
 - 6.11.5.6.3 odbioru systemu.
- 6.11.5.7 System musi zapewniać:
 - 6.11.5.7.1 możliwość wykorzystania danych o zróżnicowanej jakości (np. różne warunki oświetleniowe, zabrudzenia, różne kąty kamer),
 - 6.11.5.7.2 odporność modeli na zmienność warunków środowiskowych,
 - 6.11.5.7.3 możliwość łączenia danych z różnych źródeł (np. obraz + czujniki).

6.11.6 Zarządzanie modelami

- 6.11.6.1 System musi umożliwiać:
 - 6.11.6.1.1 zapisywanie kolejnych wersji modeli (versioning),
 - 6.11.6.1.2 przywracanie wcześniejszych wersji,
 - 6.11.6.1.3 porównywanie skuteczności modeli.
- 6.11.6.2 Każda wersja modelu musi być opisana metadanymi, w szczególności:

- 6.11.6.2.1 datą utworzenia,
- 6.11.6.2.2 zakresem danych treningowych,
- 6.11.6.2.3 osiągniętymi wskaźnikami skuteczności.

6.12 Serwer danych i wymienne dyski

6.12.1 Wymagania ogólne

- 6.12.1.1 Pojazd diagnostyczny musi być wyposażony w magazyn danych przeznaczony do rejestracji i archiwizacji danych pomiarowych oraz materiału wideo z minimum jednego dnia przejazdów.
- 6.12.1.2 Magazyn musi zapewniać redundancję zapisywanych danych i ich bezpieczne nagrywanie oraz przechowywanie.
- 6.12.1.3 Magazyn danych musi być niedostępny dla osób postronnych.
- 6.12.1.4 Serwer musi przysyłać dane po ustabilizowaniu dedykowanego połączenia bezprzewodowego podczas postoju.
- 6.12.1.5 Magazyn danych może być wspólny dla systemów pomiarowych i CCTV, przy czym dane CCTV muszą wykorzystywać oddzielne dyski.

6.12.2 Wymienne kieszenie / moduły dysków

- 6.12.2.1 Dyski muszą być umieszczone w modułach/kieszeniach wymiennych, umożliwiających ich bezpieczny i szybki demontaż bez konieczności demontażu całego serwera. Wszystkie dyski muszą być demontowane jako jedna całość, którą można podłączyć do innego komputera przy użyciu standardowych portów komunikacyjnych w celu odczytu danych.
- 6.12.2.2 Każda kieszeń musi umożliwiać mechaniczny demontaż dysku bez użycia specjalistycznych narzędzi (dopuszczalne: zatrzaski, śruby ręczne itp.).
- 6.12.2.3 Dyski nie mogą być odczytane bez wykorzystania aplikacji do analityki danych.

6.12.3 Odczyt danych po demontażu dysków

- 6.12.3.1 Wykonawca musi zapewnić, aby po fizycznym wyjęciu dysków z pojazdu komplet dysków mógł zostać podłączony do dowolnego komputera, wyposażonego w:
 - 6.12.3.1.1 standardowe interfejsy dyskowe (np. SATA, SAS lub USB – w zależności od zastosowanych kieszeni)
 - 6.12.3.1.2 system operacyjny Windows lub Linux.
- 6.12.3.2 Wykonawca dostarczy:
 - 6.12.3.2.1 instrukcję demontażu i montażu modułów dyskowych,
 - 6.12.3.2.2 opis wymaganego sposobu podłączenia dysków do komputera zewnętrznego,
 - 6.12.3.2.3 informacje o systemie plików i strukturze katalogów (bez ujawniania algorytmów pomiarowych, jeśli stanowią tajemnicę przedsiębiorstwa).

6.12.4 Wymagania dotyczące systemu plików i kompatybilności

System plików zastosowany na dyskach musi być powszechnie obsługiwany przez współczesne systemy operacyjne (np. NTFS, exFAT, ext4).

6.12.5 Warunki pracy w pojeździe

6.12.5.1 Serwer danych wraz z zespołem dysków musi być przystosowany do pracy w warunkach pojazdu szynowego, w tym:

- 6.13.5.1.1. stałych i zmiennych drgań,
- 6.13.5.1.2. krótkotrwałych wstrząsów,
- 6.13.5.1.3. podwyższonej temperatury otoczenia,
- 6.13.5.1.4. ograniczonego chłodzenia i wymiany powietrza.

6.12.5.2 Serwer musi pracować poprawnie w pełnym zakresie parametrów środowiskowych występujących w kabinie lub przedziale technicznym pojazdu.

6.13 Oprogramowanie tramwaju diagnostycznego

Oprogramowanie pojazdu diagnostycznego obejmuje dwa odrębne, komplementarne systemy:

6.13.1 Oprogramowanie pokładowe – zainstalowane i pracujące na tramwaju diagnostycznym, odpowiedzialne za pomiar i rejestrację parametrów infrastruktury oraz sygnalizację krytycznych zdarzeń w czasie rzeczywistym i rejestrowanie ich. System ten zapewnia również możliwość generowania raportów, które zostały opisane w dalszej części dokumentu;

6.13.2 Oprogramowanie aplikacyjne (serwerowe) – instalowane na serwerach Zamawiającego, przeznaczone do analizy, obróbki i raportowania danych zarejestrowanych przez oprogramowanie pokładowe. Oprogramowanie musi umożliwiać pracę dowolnemu użytkownikowi (np. poprzez przeglądarkę) w oparciu o dostępny nadawane w Active Directory.

Każdy z systemów musi zostać dostarczony, zainstalowany, skonfigurowany oraz przetestowany przez Wykonawcę.

Interfejsy użytkownika opracowane w języku polskim.

6.13.3 Oprogramowanie pokładowe

6.13.3.1 Wymagania ogólne.

Oprogramowanie pokładowe musi zapewniać:

- 6.13.3.1.1 bieżącą akwizycję danych z wszystkich zainstalowanych urządzeń diagnostycznych,
- 6.13.3.1.2 synchronizację danych z czasem rzeczywistym, pozycją i prędkością pojazdu,
- 6.13.3.1.3 sygnalizowanie krytycznych zdarzeń w czasie rzeczywistym,
- 6.13.3.1.4 lokalizację zdarzeń na mapie,
- 6.13.3.1.5 zaznaczenie śladu przejazdu na mapie,
- 6.13.3.1.6 zapis kompletu danych w sposób umożliwiający późniejszą analizę w oprogramowaniu biurowym.

Oprogramowanie pokładowe musi działać w sposób w pełni automatyczny po uruchomieniu pojazdu.

System musi umożliwiać bezprzerwową rejestrację danych przez cały okres przejazdu diagnostycznego, bez utraty danych, nawet w sytuacji krótkotrwałej utraty sygnału GNSS lub chwilowej utraty komunikacji z modułem pomiarowym.

Pojazd wyposażony jest w ergonomiczne stanowisko pracy operatora systemu, składające się z komputera z co najmniej 3 szt. min. 24 calowych monitorów, pozwalające na dowolne organizowanie obszaru roboczego.

6.13.3.2 Moduły pomiarowe

Każdy z modułów systemu pomiarowego powinien posiadać niezbędne oprogramowanie realizujące następujące funkcje:

6.13.3.2.1 sterowania urządzeniami tego modułu (w tym kalibracji i kontroli modułu),

6.13.3.2.2 odczytu parametrów mierzonych,

6.13.3.2.3 rejestracji wyników,

6.13.3.2.4 ich korelacji z czasem i lokalizacją,

6.13.3.2.5 podglądu bieżącego w formie tabelarycznej i graficznej.

System powinien umożliwiać korelowanie danych z różnych modułów pomiarowych i przedstawianie ich w sposób tabelaryczny lub graficzny.

6.13.3.3 Interfejs użytkownika

Oprogramowanie powinno udostępniać operatorowi graficzny interfejs użytkownika w formie menu kafelkowego, umożliwiającego wybór poszczególnych modułów pomiarowych przed rozpoczęciem rejestracji.

6.13.3.4 Okno konfiguracji

Po wybraniu modułu, przed jego uruchomieniem, powinno otwierać się okno konfiguracyjne, które umożliwi użytkownikowi dostosowanie parametrów pomiaru, takich jak np. krok pomiarowy, parametry referencyjne (np. dla przechyłki, rozstawu toru czy wysokości zawieszenia sieci trakcyjnej, itp.) oraz inne parametry diagnostyczne. Należy uwzględnić zróżnicowanie parametrów torowiska dla odcinka prostego oraz dla łuku. System powinien automatycznie rozpoznawać czy aktualnie następuje przejazd po odcinku prostym czy po łuku i odnieść się odpowiednio do zdefiniowanych parametrów referencyjnych.

Oprogramowanie powinno umożliwiać zapisywanie konfiguracji parametrów dla poszczególnych modułów. Oznacza to, że raz ustawione parametry (takie jak progi alarmowe czy krok pomiaru) będą automatycznie zapamiętywane i dostępne przy kolejnym uruchomieniu systemu. Dzięki temu operator nie będzie musiał wprowadzać ich ponownie przy każdym przejeździe, co ułatwi i przyspieszy konfigurację.

6.13.3.5 Elastyczna organizacja obszaru roboczego na monitorach

Oprogramowanie powinno umożliwiać elastyczne rozmieszczanie okien wizualizacji na dostępnych monitorach, tak aby operator mógł swobodnie decydować, które dane są wyświetlane w czasie rzeczywistym.

6.13.3.6 Usterki krytyczne

Oprogramowanie w sposób automatyczny powinno wykrywać usterki krytyczne (pęknięta szyna, zerwany wieszak elastyczny, rozbłysk na sieci, zsuwająca się sieć trakcyjna z nakładki pantografu, przekroczenia parametrów referencyjnych, itp.), które następnie będą weryfikowane przez operatora. Automatyczne wykrywanie usterek z wykorzystaniem sztucznej inteligencji, która po nauczaniu będzie samodzielnie wykrywać usterki na podstawie analizy zdjęć (sztuczna inteligencja będzie posiadała

wbudowaną podstawową bazę danych do identyfikacji zdarzeń, jednak będzie istniała możliwość nauczania jej poprzez trening). Po zaakceptowaniu, usterki powinny być nanoszone na mapę z zaznaczeniem dokładnej lokalizacji jej wystąpienia. Dodatkowo w wykazie usterek należy dołączyć pliki ze zdjęciem wykrytej usterki oraz fragmentem nagrania, na którym została ona ujęta w przedziale czasowym +/- 5s.

6.13.3.7 Zgrupowania usterek krytycznych

Operator podczas konfiguracji systemu przed rozpoczęciem przejazdu, musi mieć możliwość zdefiniowania, w jaki sposób system ma rozpoznawać zgrupowania usterek. Powyższe należy rozumieć w ten sposób, że dla każdego modułu pomiarowego powinna istnieć możliwość podania minimalnej ilości zdarzeń tego samego typu, które będą rozpoznawane jako zgrupowanie usterek oraz podania minimalnej odległości pomiędzy kolejnymi usterkami tego samego typu.

6.13.3.8 Moduł mapy i filtrowania zdarzeń

W ramach oprogramowania należy zapewnić moduł mapy, na której zaznaczane będą wszystkie zdarzenia krytyczne w obrębie danego przejazdu. Użytkownik powinien mieć możliwość filtrowania tych zdarzeń według rodzaju infrastruktury (tor, sieć trakcyjna, perony) oraz według konkretnego typu pomiaru (np. rozstaw toru, przechyłka, skrajnia peronów). Każdy typ zdarzenia powinien być traktowany jako osobny filtr, który można włączać lub wyłączać na mapie.

6.13.3.9 Generowanie raportów z poziomu komputera pokładowego

6.13.3.9.1 Raporty o usterkach krytycznych

Po zakończonym przejeździe operator powinien mieć możliwość wygenerowania raportu wykrytych usterek krytycznych, oddzielnie dla torowisk i oddzielnie dla sieci trakcyjnej. Operator powinien mieć również możliwość ręcznego dodawania usterek krytycznych, które nie zostały wykryte przez system. Raport powinien być generowany w formacie .pdf oraz zawierać takie informacje jak:

- data pomiaru oraz wygenerowania raportu,
- rodzaj wykrytej usterki,
- zaznaczenie na fragmencie mapy (dla każdego zdarzenia oddzielny fragment mapy, tak aby zachować jej czytelność oraz precyzję wskazania lokalizacji usterki w terenie),
- zdjęcie usterki lub kadr z filmu,
- numer szlaku/węzła lub odcinka sieciowego,
- kilometraż,
- inne dane, które będą pomocne w procesie likwidacji usterki.

6.13.3.9.2 Raporty o przekroczeniach wartości referencyjnych

Po zakończonym przejeździe operator powinien mieć możliwość wygenerowania raportu przekroczeń wartości referencyjnych, które zostały zdefiniowane przed

przystąpieniem do przejazdu. Raport powinien obejmować dane z predefiniowanego przedziału czasowego. Powinna istnieć również możliwość filtrowania danych, które mają znaleźć się w raporcie, po numerach węzłów/szlaków czy odcinków sieciowych. Raporty powinny być generowane indywidualnie dla każdego modułu pomiarowego w powszechnie stosowanych formatach plików (np. PDF, CSV, XLSX, itp.). W raportach należy zawrzeć takie informacje jak:

- data pomiaru oraz wygenerowania raportu,
- numer szlaku/węzła lub odcinka sieciowego,
- kilometraż,
- wartość zmierzona,
- wartość referencyjna,
- różnica pomiędzy wartością zmierzoną, a referencyjną.

6.13.3.10 Rejestrowanie obrazu video

Oprogramowanie w sposób automatyczny, na podstawie posiadanych danych (GPS, cechy izolatorów, itp.) dzieli zarejestrowany obraz video:

- 6.13.3.10.1 podział materiału video torowiska, zgodnie z numeracją szlaków i węzłów,
- 6.13.3.10.2 podział materiału video otoczenia wraz z infrastrukturą przytorową zgodnie z numeracją szlaków i węzłów,
- 6.13.3.10.3 podział materiału video zawierającego sieć trakcyjną zgodnie z numeracją odcinków sieciowych lub numeracją izolatorów sekcyjnych.

6.13.4 Oprogramowanie aplikacyjne (serwerowe)

Zadaniem Wykonawcy jest dostawa, wdrożenie oraz konfiguracja oprogramowania aplikacyjnego zainstalowanego na serwerach Zamawiającego służącego do gromadzenia, przetwarzania, analizy i wizualizacji danych pomiarowych pozyskiwanych z wagonu pomiarowego infrastruktury tramwajowej.

6.13.4.1 Zarządzanie danymi

W zakresie zarządzania danymi oprogramowanie musi umożliwiać:

6.13.4.1.1 import danych pomiarowych w formatach:

- CSV,
- XLSX,
- TXT,
- lub inny uzgodniony format

6.13.4.1.2 ręczny i automatyczny import danych,

6.13.4.1.3 ręczne tworzenie zdarzeń ze wskazaniem konkretnej lokalizacji oraz przypisaniem do mapy,

6.13.4.1.4 możliwość definiowania informacji o infrastrukturze torowej wraz z definiowanymi przez Zamawiającego parametrami infrastruktury torowej (prędkość, typ szyny, perony, itp.),

6.13.4.1.5 przypisanie danych do:

- daty pomiaru,
- numeru przejazdu,
- identyfikatora odcinka infrastruktury,
- rodzaju pomiaru.

6.13.4.1.6 archiwizację danych oraz ich wersjonowanie.

6.13.4.2 Analiza danych

W zakresie analizy danych oprogramowanie musi zapewnić możliwość:

6.13.4.2.1 filtrowania danych wg zadanych kryteriów (zakres wartości, lokalizacja, czas, itp.),

6.13.4.2.2 analizy trendów zmian parametrów w czasie,

6.13.4.2.3 identyfikacji przekroczeń wartości progowych,

6.13.4.2.4 porównywania danych:

- z różnych przejazdów,
- z różnych okresów czasu,
- z wartościami referencyjnymi zaimportowanymi z zewnętrznej bazy,

6.13.4.2.5 analizy danych w układzie:

- punktowym,
- odcinkowym,
- ciągłym (wzdłuż trasy przejazdu).

6.13.4.3 Automatyczne wykrywanie usterek przez sztuczną inteligencję AI

W ramach wagonu pomiarowego przewiduje się zastosowanie modułu wykorzystującego algorytmy sztucznej inteligencji do automatycznego wykrywania usterek infrastruktury tramwajowej na podstawie analizy nagrań wideo pozyskiwanych w trakcie przejazdów pomiarowych. Moduł ten powinien umożliwiać identyfikację co najmniej typowych uszkodzeń i nieprawidłowości, takich jak pęknięcia szyn, brakujące lub uszkodzone elementy przytwierdzeń szyn do podkładów, zerwane lub zdeformowane wieszaki elastyczne sieci trakcyjnej oraz inne usterki możliwe do wykrycia na podstawie obrazu wideo. Należy umożliwić kategoryzację usterek w zależności od ich krytyczności i podzielić na usterki wykrywane w czasie rzeczywistym oraz off-line.

Podstawowa baza wykrywanych usterek, obejmująca wstępnie wytrenowany model sztucznej inteligencji wraz z zestawem kategorii i klas uszkodzeń, powinna zostać dostarczona przez Wykonawcę wraz z oprogramowaniem. Model ten powinien zapewniać możliwość automatycznego wykrywania oraz oznaczania usterek na nagraniach wideo bez konieczności dodatkowego uczenia na etapie uruchomienia systemu.

Jednocześnie system musi uwzględniać możliwość dalszego uczenia i rozwijania modeli sztucznej inteligencji w trakcie eksploatacji pod nadzorem Wykonawcy w trakcie trwania gwarancji. W tym celu oprogramowanie biurowe powinno udostępniać funkcjonalność ręcznego oznaczania usterek na pojedynczych klatkach lub fragmentach nagrań wideo, w szczególności poprzez zaznaczanie obszarów występowania

usterek w formie ramek, obrysów lub równoważnych mechanizmów graficznych. Oznaczenia te powinny być wykorzystywane jako dane uczące umożliwiające trenowanie, dostrajanie lub rozszerzanie istniejących modeli detekcji o nowe typy usterek lub poprawę skuteczności wykrywania już zdefiniowanych klas.

Proces uczenia modeli powinien być realizowany w sposób kontrolowany przez użytkownika systemu, z możliwością przypisywania oznaczeń do określonych kategorii usterek oraz zapisywania i zarządzania kolejnymi wersjami modeli. System powinien umożliwiać wykorzystanie wytrenowanych modeli w bieżącej analizie danych pomiarowych bez konieczności ingerencji producenta oprogramowania oraz bez przerywania pracy wagonu pomiarowego.

6.13.4.4 Wizualizacja danych

W zakresie wizualizacji danych wymagane jest, aby oprogramowanie umożliwiało prezentację danych w postaci:

- 6.13.4.4.1 tabelarycznej,
- 6.13.4.4.2 wykresów (liniowe, punktowe, słupkowe),
- 6.13.4.4.3 mapowych (powiązanie danych z lokalizacją) na podkładzie mapowym,
- 6.13.4.4.4 z podziałem na konkretne elementy podlegające ocenie: torowisko, sieć, infrastruktura.

Należy umożliwić:

- 6.13.4.4.5 możliwość skalowania i przybliżania wykresów,
- 6.13.4.4.6 eksport wykresów do formatów graficznych (PNG, JPG) oraz dokumentów (PDF).
- 6.13.4.4.7 zestawianie ze sobą różnych danych pomiarowych,
- 6.13.4.4.8 zmianę perspektywy mapy z rozwinięciem informacji na bardziej szczegółowe.

6.13.4.5 Moduł mapy i schemat infrastruktury

Schemat infrastruktury należy opracować w formie graficznej jako warstwę naniesioną na mapę sytuacyjną (mapę bazową). Opracowanie to będzie stanowić podkład do oznaczania i lokalizowania wykrytych usterek, dlatego musi zapewniać jednoznaczną identyfikację położenia wszystkich elementów infrastruktury w terenie. Należy również przewidzieć możliwość samodzielnego tworzenia nowych tras (wrysowywania w mapę) przez Zamawiającego.

W ramach oprogramowania należy zapewnić moduł mapy, na której zaznaczane będą wszystkie zdarzenia alarmowe. Użytkownik powinien mieć możliwość filtrowania tych zdarzeń według dat, rodzaju infrastruktury (tor, sieć trakcyjna, perony) oraz według konkretnego typu pomiaru (np. rozstaw toru, przechyłka, skrajnia peronów). Każdy typ zdarzenia powinien być traktowany jako osobny filtr, który można włączać lub wyłączać na mapie.

Przewiduje się prezentację wyników pomiarów na schemacie infrastruktury poprzez naniesienie w sposób ciągły odpowiedniej kolorystyki. Zamawiający będzie miał możliwość zdefiniowania dwóch

wartości progowych dla każdej wartości mierzonej (wartość alarmowa, wartość krytyczna), które będą odzwierciedlone następującą kolorystyką:

- 6.13.4.5.1 kolorem zielonym zaznaczone będą odcinki, na których nie występują przekroczenia wartości progowych,
- 6.13.4.5.2 kolorem pomarańczowym zaznaczone będą odcinki, na których wartość zmierzona będzie mieściła się pomiędzy progiem alarmowym, a progiem krytycznym,
- 6.13.4.5.3 kolorem czerwonym zaznaczone będą odcinki, na których wartość zmierzona będzie przekraczać próg krytyczny.

6.13.4.6 Raportowanie

Oprogramowanie musi umożliwiać generowanie raportów z przejazdu w sposób selektywny. Operator powinien mieć możliwość samodzielnego wyboru zakresu dat oraz danych, które znajdują się w raporcie, w szczególności poprzez zaznaczenie wybranych kolumn i parametrów takich jak m.in.:

- 6.13.4.6.1 wartości oczekiwane lub wartości progowe ustawione w module pomiarowym,
- 6.13.4.6.2 wartości zmierzone,
- 6.13.4.6.3 różnice pomiędzy wartością zmierzoną a wartością oczekiwaną/progową,
- 6.13.4.6.4 wartości przeliczone (np. parametry pochodne obliczane z pomiarów, takie jak wichrowatość toru lub inne wartości wynikowe generowane przez moduł).

Należy uwzględnić generowanie następujących typów raportów:

- 6.13.4.6.5 okresowych,
- 6.13.4.6.6 porównawczych,
- 6.13.4.6.7 zdarzeniowych (np. przekroczenia progów).

System powinien posiadać wbudowane standardowe szablony raportów, jednak należy przewidzieć możliwość dowolnego edytowania tychże szablonów pod własne potrzeby.

Raport musi umożliwiać prezentację wyłącznie danych wybranych przez operatora oraz być generowany w powszechnie stosowanych formatach plików (np. PDF, CSV, XLSX, itp.).

Oprogramowanie powinno zapewniać czytelną strukturę raportu oraz możliwość eksportu danych do dalszej analizy.

6.13.4.7 Interfejs użytkownika:

- 6.13.4.7.1 oprogramowanie musi posiadać graficzny interfejs użytkownika w języku polskim,
- 6.13.4.7.2 interfejs powinien być prosty i intuicyjny,
- 6.13.4.7.3 umożliwiać pracę wielu użytkowników (role, uprawnienia),
- 6.13.4.7.4 projekt interfejsu i funkcji należy przedstawić Zamawiającemu do akceptacji.

6.13.4.8 Integracja i interoperacyjność

Oprogramowanie musi:

- 6.13.4.8.1 umożliwiać eksport danych do dalszej obróbki w narzędziach biurowych w tym eksport w powszechnie stosowanych formatach tj. csv, xml, json
- 6.13.4.8.2 posiadać możliwość wymiany danych z innymi systemami (rekomendowane rozwiązanie za pomocą API) Zamawiającego,
- 6.13.4.8.3 umożliwiać rozbudowę funkcjonalności w przyszłości o nowe parametry lub rozszerzanie parametrów i kolejnych danych pomiarowych do analizy. W tym celu należy zaproponować sposób rozszerzania funkcjonalności systemu.
- 6.13.4.9 Wymagania techniczne
 - 6.13.4.9.1 oprogramowanie działające w środowisku Windows 11 (oraz w aktualnie najnowszej, dostępnej wersji w momencie przekazywania oprogramowania Zamawiającemu),
 - 6.13.4.9.2 możliwość pracy offline (dla wersji oprogramowania typu desktop),
 - 6.13.4.9.3 zgodność z obowiązującymi przepisami w zakresie ochrony danych.
- 6.13.4.10 Wymagania sprzętowe

Wykonawca dostarczy komputer wraz z zestawem peryferii:

 - 6.13.4.10.1 3 monitory ekranowe o przekątnej minimum 24 cale, matryca matowa, powłoka antyrefleksowa,
 - 6.13.4.10.2 mysz i klawiatura bezprzewodowa,

o odpowiednich parametrach technicznych pozwalających na wydajną pracę całego systemu, w tym szybkie zgrywanie danych pomiarowych i wydajny moduł obliczeniowy. Należy zapewnić również odpowiednią przestrzeń dyskową na archiwizowanie danych pomiarowych oraz nagrań z kamer video z okresu co najmniej pół roku (przyjmując, że cała infrastruktura Zamawiającego - około 320 kmtp - będzie mierzona z częstotliwością 1 raz w miesiącu).
- 6.13.4.11 Dokumentacja i szkolenie

Wykonawca zapewni:

 - 6.13.4.11.1 dokumentację użytkową w języku polskim,
 - 6.13.4.11.2 instrukcję użytkowania w języku polskim,
 - 6.13.4.11.3 szkolenie użytkowników końcowych (min. 5 osób).
- 6.13.4.12 Licencjonowanie
 - 6.13.4.12.1 licencja bezterminowa,
 - 6.13.4.12.2 nieograniczona ilość stanowisk (dla wersji oprogramowania typu desktop),
 - 6.13.4.12.3 możliwość jednoczesnego dostępu przez więcej niż 60 użytkowników.

7. Kabiny motorniczego

- 7.1. Tramwaj należy wykonać jako dwukierunkowy, z kabinami motorniczego umieszczonymi na obu końcach (czołach) wagonu. Kabiny muszą być całkowicie wydzielone. Pomiędzy

każdą kabiną a częścią wyposażeniowo - techniczną należy wykonać drzwi przesuwne. Drzwi muszą być częściowo przeszklone w górnej części. Kabiny należy oznakować literami A i B.

- 7.2. W każdej kabinie muszą znajdować się drzwi służące wchodzeniu i wychodzeniu z tramwaju (drzwi zewnętrzne) z obydwu stron kabiny. Drzwi zewnętrzne muszą być wykonane jako odskokowo-przesuwne, sterowane ręcznie. Drzwi muszą być przeszklone na wysokość odpowiadającą przeszkleniu kabiny. Zamknięcie drzwi musi eliminować możliwość ich samoczynnego otwarcia podczas jazdy tramwajem. Z zewnątrz musi istnieć możliwość skutecznego zabezpieczenia drzwi przed dostaniem się do tramwaju osób nieupoważnionych, poprzez zamykanie dodatkowym do danego tramwaju kluczem. Ten sam klucz musi otwierać drzwi zewnętrzne obu kabin motorniczych oraz drzwi dostępne do znajdującego się w niej wyposażenia.
- 7.3. Przeszklenie kabiny musi zapewniać dobrą widoczność na zewnątrz tramwaju. Okna kabiny muszą być wyposażone w osłony przeciwsłoneczne a szyby nie mogą dawać wewnątrz żadnych refleksów świetlnych.
- 7.4. Do obserwacji przestrzeni przyległej do boków tramwaju należy zastosować kamery zewnętrzne. Kamery zewnętrzne muszą umożliwiać dobrą obserwację otoczenia tramwaju. Dla każdego kierunku jazdy należy zastosować 1 kamerę do obserwacji przestrzeni przyległej do prawego boku tramwaju i jedną kamerę do obserwacji przestrzeni przyległej do lewego boku tramwaju oraz 1 kamerę toru jazdy (łącznie 6 kamer 4 zewnętrzne -KZ i 2 toru jazdy - KTJ).

Na stanowisku motorniczego w obu kabinach należy umieścić monitory lusterkowe o przekątnej od 12 do 19,5 cala (rekomendowany) i proporcjach od 8:3 do 11:3 pokazujące obrazy z kamer KZ. Monitor lusterkowy pokazujący obraz z kamery umieszczonej po prawej stronie kabiny powinien znajdować się po prawej stronie stanowiska motorniczego, a pokazujący obraz z kamery umieszczonej po lewej stronie kabiny powinien znajdować się po lewej stronie stanowiska motorniczego. Wyświetlacz pokazujący obraz z kamer umieszczonych po lewej jak i prawej stronie tramwaju musi znajdować się na tzw. słupku, minimalnie ograniczając widoczność dla motorniczego, jednocześnie wyświetlacze muszą być zamontowane na wysokości lusterek zewnętrznych. Zamawiający wymaga podzielenia obrazu na pół w poziomie, tak aby każdy wyświetlacz pokazywał 2 kamery dla odpowiedniego obszaru w stosunku do strony montażu. Należy dążyć do zastosowania wyświetlacza o rozmiarze 19,5 cala mając na uwadze możliwość zastosowania mniejszego rozmiaru wyświetlacza w przypadku zbyt dużego ograniczenia widoczności dla motorniczego. Przekazywany obraz nie może być przeskalowany tracąc realne proporcje obrazu rzeczywistego. Wyświetlacz musi zapewniać odpowiednią jasność i kontrast, aby uzyskać poprawną widoczność w słońcu i w nocy, powłokę antyodblaskową/antyrefleksową. Dopuszczalne jest sterowanie jasnością wyświetlacza na podstawie czujnika oświetlenia. Podgląd każdej wyświetlanej kamery nie może mieć opóźnienia większego niż 0,5 sekundy. Powyższe wymagania muszą być spełnione dla każdej kabiny motorniczego, przy czym monitory mają działać tylko w aktywnej kabinie.

- 7.5. Układ grzewczo - nawiewowy musi w każdych warunkach pogodowych zapewniać dobrą przejrzystość szyby przedniej i przednich bocznych służących do obserwacji drogi przez motorniczego. Wycieraczki szyb zewnętrznych wraz ze spryskiwaczem muszą zapewnić przejrzystość szyb w każdych warunkach. Przy włączeniu spryskiwacza musi nastąpić automatyczne załączenie wycieraczki na 3 cykle.
- 7.6. Fotel motorniczego musi zapewniać wygodne prowadzenie tramwaju i umożliwiać dostosowanie do masy i wzrostu motorniczego z zakresu od modelu centylowego kobiety 50c do modelu centylowego mężczyzny 95c. Należy uwzględnić podparcie dla rąk. Fotele muszą spełniać wymagania dopuszczalnego poziomu oddziaływań drgań na organizm

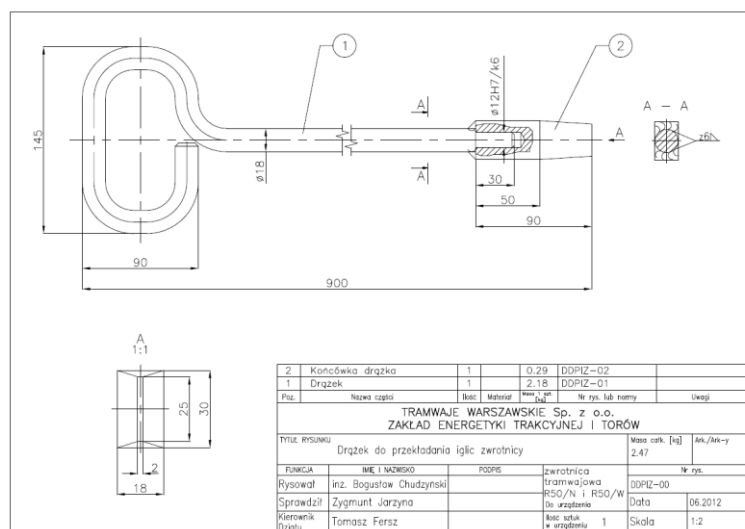
motorniczego, określone w normie PN-S 04100:1991. W fotelu nie mogą znajdować się żadne elementy sterownia tramwajem. Elementy konstrukcji i regulacji fotela powinny być odporne na warunki eksploatacyjne przez co rozumie się niewystępowanie wyczuwalnych luzów w okresie co najmniej 5 lat eksploatacji. Nie dopuszcza się występowania kolizji fotela motorniczego, ustawionego również w skrajnych położeniach regulacyjnych z innymi elementami wyposażenia kabiny.

7.7. W sąsiedztwie fotela motorniczego musi być zamontowany fotel instruktorski lub musi być możliwość łatwego zamontowania i zdemontowania przenośnego fotela instruktorskiego. Fotel instruktorski przeznaczony jest dla instruktora prowadzącego naukę jazdy.

7.8. Wyposażenie kabiny musi uwzględniać miejsce:

7.8.1 na umieszczenie gaśnicy proszkowej 6 kg (tramwaj musi być wyposażony w dwie gaśnice, po jednej w kabinie),

7.8.2 na umieszczenie drążka do przestawiania zwrotnic,



Rysunek nr 12. Drążek do przestawiania zwrotnic.

7.8.3 na umieszczenie korby ręcznego podnoszenia i opuszczania odbieraka prądu,

7.8.4 do zawieszenia ubrania motorniczego.

7.9. Kabinę motorniczego należy wyposażyć w urządzenie grzewcze oraz okna przesuwne. Należy zastosować dodatkowe ogrzewanie dla strefy nóg motorniczego.

7.10. W miejscu zapewniającym słyszalność dla motorniczego należy zainstalować sygnalizator dźwiękowy wzbudzany w przypadku ustawienia przełącznika sterowania zwrotnic dla skrętu w lewą stronę.

7.11. W obu kabinach pulpity motorniczego muszą być jednakowe i tak skonstruowane, aby wszystkie zlokalizowane na nich urządzenia sygnalizacji i sterowania były rozmieszczone zgodnie z zasadami ergonomii. Wszystkie urządzenia sterowania i sygnalizacyjne muszą być oznaczone napisami lub piktogramami. Funkcje mogące mieć wpływ na bezpieczeństwo w ruchu drogowym muszą być na pulpitych motorniczego sterowane wyłącznie za pomocą przycisków posiadających wyczuwalną zmianę swojego stanu, tj. nie dopuszcza się stosowania w tym zakresie ekranów dotykowych itp. Pulpity nie mogą ograniczać widoczności i powinny charakteryzować się estetycznym wyglądem, a ich budowa musi uwzględniać:

7.11.1 zintegrowany pulpit motorniczego ZPM 200 z mikrofonem i głośnikiem, wchodzący w skład kompletu urządzeń przewoźnych SRC,

7.11.2 miejsce na radiotelefon,

- 7.11.3 terminal motorniczego,
- 7.11.4 osłonę przed padaniem promieni słonecznych na wskaźniki i regulację jasności wskaźników,
- 7.11.5 wyposażenie (dotyczy pulpitu czołowego) w poręcz przypulpitową pokrytą materiałem przyjaznym do trzymania ręki,
- 7.12. W kabinie A, w pobliżu drzwi zewnętrznych, należy dodatkowo przewidzieć miejsce na koc gaśniczy i gaśnicę wodną 6l.
- 7.13. Obie kabiny motorniczych, poza urządzeniami grzewczymi, należy wyposażać w urządzenia klimatyzacyjne.

8. Terminal motorniczego

- 8.1. Tramwaj musi być wyposażony w system kontroli dostępu, działający w oparciu o karty identyfikacyjne, z możliwością przypisania ich przez Zamawiającego konkretnym osobom. Obecnie aktywacja i dezaktywacja kabiny oraz identyfikacja numeru karty odbywają się za pomocą systemu na bazie Rejestratora Zdarzeń typu ATM – RPS4W, połączonego z modułem czytnika kart identyfikacyjnych ATM-CK1. Używane są karty identyfikacyjne w standardzie Mifare.
- 8.2. Wymagane są trzy poziomy dostępu do tramwaju:
 - 8.2.1 poziom I – możliwość wejścia do tramwaju oraz otworzenia wszystkich drzwi i włączenia oświetlenia,
 - 8.2.2 poziom II – możliwość wejścia do tramwaju oraz jego uruchomienia (poziom motorniczego, dozwolona jazda), sterowanie tablicami LED\
 - 8.2.3 poziom III – poziom II (bez uprawnień do jazdy) + przeprowadzenie czynności serwisowych (serwis, dostęp serwisowy do terminala) w tym dostęp do CCTV,
 - 8.2.4 Poziom IV – poziom III + konfigurowanie systemów informatycznych (administracyjny).
- 8.3. Wymagany zakres funkcjonalności
 - 8.3.1 Zarządzanie przez motorniczego wszystkimi urządzeniami pokładowymi tramwaju wymagającymi obsługi, możliwość podglądu stanu pracy poszczególnych urządzeń tramwaju w formie komunikatu w czasie bieżącym w języku polskim lub w formie ikon graficznych.
 - 8.3.2 Wyświetlacze umieszczone w centralnych częściach pulpitu czołowego należy wykorzystać do zobrazowania na nim prędkości tramwaju za pomocą wskaźnika wychyleniowego i cyfrowego. Prędkość tramwaju zobrazowana na ekranie wyświetlacza musi być identyczna z prędkością tramwaju rejestrowaną przez Rejestrator Zdarzeń i identyczna z rzeczywistą prędkością tramwaju.
 - 8.3.3 Na wyświetlaczu należy również zobrazować oddzielnie dla każdego luzownika jego stan pracy. Wyświetlacz w kabinie nieaktywnej powinien być wygaszony.
 - 8.3.4 Należy zobrazować diagnostykę tramwaju oraz wszystkich elementów systemów IT w tym urządzeń pomiarowych.
 - 8.3.5 Należy umożliwić podgląd materiału CCTV, ciągłość nagrania i zgrywanie materiału.
- 8.4. Dopuszczone jest podzielenie funkcji na dwa terminale, przy czym należy podzielić je pod względem obsługi i diagnostyki pokładowej a drugi do obsługi systemów IT w tym CCTV.
- 8.5. Terminale muszą mieć przekątną 10.4 cala.

9. Sieć i urządzenia komunikacyjne

- 9.1 Należy zaprojektować sieć Ethernet w standardzie minimum dla prędkości 1 Gb/s w topologii Ring, dopuszczalne jest zastosowanie wyższych standardów w tym połączenia w oparciu o światłowód w przypadku konieczności spełnienia zapisu o maksymalnym czasie na zgranie danych pomiarowych
- 9.2 Należy zastosować przełączniki zarządzane z redundancją portów dla topologii Ring i funkcją pass through w przypadku awarii przełącznika,
- 9.3 Minimalne parametry dla przełącznika:

1.	Temperatura pracy	od -40 °C do +70 °C
2.	Standard złącz	M12 typ X – dla złączy GigabitEthernet M12 typ D – dla złączy FastEthernet
3.	Wilgotność	do 90% RH
4.	Minimalna liczba portów	16
5.	Dodatkowe porty 1 Gbps	mają realizować łączność o przepustowości 1 Gbps pomiędzy łączem serwisowym a rejestratorem monitoringu oraz pozostałymi zamontowanymi przełącznikami
6.	Stopień ochrony	IP65
7.	Certyfikaty	CE, potwierdzający spełnienie wymagań normy 50155 (lub równoważnej)
8.	Pozostałe	administracja poprzez SSH, telnet oraz WEB lub dedykowaną aplikację

- 9.4 Wszelkie krytyczne elementy systemu pomiarowego (np. komputer analityczny, połączenie z ZMK) muszą mieć redundancje połączenia Ethernet,
- 9.5 Należy dostarczyć i skonfigurować ZMK (Zintegrowany Moduł Komunikacyjny) w postaci Routera do transmisji danych o parametrach nie gorszych niż:

temperatura pracy	od -40 °C do +70 °C
stopień ochrony	IP40
łączność Wi-Fi	urządzenie musi działać w nw. standardach: <ul style="list-style-type: none"> • 802.11n, częstotliwość 2,4 GHz oraz 5 GHz; • 802.11ac w związku z realizacją maksymalnego czasu przesyłu danych do serwera analitycznego w wysokości do 20 minut wymagane jest zastosowanie standardu spełniającego ten zapis w odniesieniu do wielkości danych pomiarowych w tym z urządzeń wideo generowanych z jednego przejazdu
łączność transmisji mobilnej	LTE
standard złącz	1 Gbps, M12 typ X w związku z realizacją maksymalnego czasu przesyłu danych do serwera analitycznego w wysokości do 20 minut wymagane jest zastosowanie standardu spełniającego ten

	zapis w odniesieniu do wielkości danych pomiarowych w tym z urządzeń wideo generowanych z jednego przejazdu
dokładność GPS	do 3 m
wilgotność	do 90% RH
certyfikaty	CE, potwierdzający spełnienie wymagań normy 50155
pozostałe wymagania	funkcjonalność NAT 1:N; kontrolki sygnalizujące pracę urządzenia, zintegrowana ochrona ESD

- 9.6 ZMK musi udostępniać, na potrzeby systemów pokładowych tramwaju oraz systemów wprowadzanych przez Zamawiającego w przyszłości, aktualną pozycję GPS tramwaju przesyłaną do serwerów Zamawiającego w formie pakietów generowanych z częstością od 1 raz na dwie minuty do 1 raz na sekundę. Transmisja pakietów powinna się odbywać w czasie rzeczywistym. Konfiguracja częstości transmisji pakietu pozycjonowania, zdarzeń oraz ewentualnych parametrów towarzyszących powinna się odbywać poprzez interfejs Web udostępniany przez ZMK.
- 9.7 Antena do komunikacji GPS musi być umieszczona możliwie jak najbliżej środka symetrii dachu tramwaju.
- 9.8 Wymagana jest synchronizacja czasu na tramwaju z lokalnym serwerem czasu Zamawiającego.
- 9.9 ZMK nie może posiadać żadnych blokad i ograniczeń uniemożliwiających Zamawiającemu swobodny wybór operatora telefonii komórkowej.
- 9.10 ZMK musi posiadać jedną wspólną antenę dla wszystkich typów komunikacji umieszczoną na dachu pojazdu.
- 9.11 Zamawiający przydzieli na każdy ZMK prywatne adresy IP z wewnętrznej sieci informatycznej Zamawiającego.
- 9.12 ZMK musi być dostępny i wykorzystywany przez systemy: Diagnostyka On-line, Rejestrator Zdarzeń i Monitoring Wizyjny, przy czym Rejestrator Zdarzeń ma najwyższy priorytet. Podstawową technologią transmisji danych jest sieć WiFi, uzupełniającą natomiast sieć GSM. Zarówno priorytety jak i podstawowe technologie transmisji danych powinny być możliwe do zmiany przez Zamawiającego w trakcie eksploatacji pojazdu (jeden wspólny plik konfiguracyjny). Powinna być też możliwość całkowitego zablokowania transmisji danych indywidualnie dla Rejestratora Zdarzeń i Monitoringu Wizyjnego w wybranej technologii. Przeprowadzenie konfiguracji powinno być możliwe zdalnie dla wszystkich pojazdów z centralnego stanowiska operatorskiego. Konfiguracja powinna się odbywać poprzez interfejs Web udostępniany przez ZMK.
- 9.13 Dla wszystkich systemów muszą być zaimplementowane dwie technologie transmisji danych: poprzez sieć WiFi oraz sieć GSM. Wybór konkretnej musi nastąpić automatycznie po analizie warunków w kolejności: podstawowa technologia / uzupełniająca technologia.
- 9.14 Każdy z systemów musi bezwzględnie korzystać z podstawowej technologii transmisji danych. Zmiana technologii transmisji (o ile nie jest zablokowana) możliwa jest jedynie w sytuacji, kiedy wykonanie transmisji jest niezbędne, a podstawowa technologia jest niedostępna.

- 9.15 Dostępność technologii powinna być sprawdzona dwukrotnie w odstępach 30 sekundowych, zanim nastąpi przełączenie na alternatywną technologię transmisji danych. Dopuszczalna jest przerwa w transmisji (zerwanie sesji) na moment przełączania pomiędzy technologiami.
- 9.16 ZMK musi wysyłać co 5 sekund dane do API Zamawiającego z informacją o pozycji GPS tramwaju.

10. System Diagnostyki

Tramwaj należy wyposażyć w System Diagnostyki pełniący rolę:

- 10.1 diagnostyki pokładowej, przeznaczonej dla motorniczego, wykrywającej i informującej za pośrednictwem monitora pulpitu o zakłóceniach w pracy tramwaju, oraz instruującej o właściwym postępowaniu (czynności zaradcze) w przypadku wystąpienia stanu awaryjnego; diagnostyka ta musi jednoznacznie stwierdzać sprawność tramwaju i gotowość do eksploatacji, diagnostyki obsługowej, przeznaczonej dla serwisu technicznego tramwaju; diagnostyka obsługowa musi lokalizować urządzenie, które uległo uszkodzeniu lub powoduje zakłócenia w pracy tramwaju; diagnostyka obsługowa musi rejestrować podstawowe parametry pracy tramwaju w chwili występowania zakłóceń w pracy lub uszkodzenia i przechowywać je w pamięci tak, aby umożliwić analizę i wykrycie przyczyn powstania uszkodzenia; w systemie diagnostyki tramwaju dopuszcza się wykorzystanie dla części urządzeń takich jak np.: przetwornice statyczne, falowniki zasilania silników napędowych, sterowanie drzwi, hamulce, itp., wyodrębnionych z układu diagnostycznego tramwaju oddzielnych systemów diagnostycznych, które współpracują z diagnostyką obsługową tramwaju i rozszerzają zakres jej funkcji kontrolnych do wymaganego; dostęp do gniazd diagnostycznych wszystkich podzespołów objętych diagnostyką musi być możliwy z wnętrza tramwaju; wymagane jest wspólne złącze diagnostyczne dla wszystkich podzespołów objętych diagnostyką oraz możliwość rozbudowy o funkcjonalność raportowania On-line;
- 10.2 diagnostyki On-line, zapewniającej przesył drogą bezprzewodową (poprzez ZMK) informacji o pracy tramwaju, wytworzonej przez diagnostykę pokładową i obsługową, do serwera obsługującego system diagnostyki (dostarczony przez Wykonawcę), zlokalizowanego na zasobach Zamawiającego; diagnostyka On-line musi zapewnić możliwość zdalnego monitorowania pracy tramwaju tak, aby w dowolnym czasie można było skontrolować pracę tramwaju, a w przypadku wystąpienia sytuacji awaryjnej możliwe było przekazanie motorniczemu wskazówek i poleceń co do właściwego postępowania;
- 10.3 System Diagnostyki musi obejmować podzespoły obwodu głównego i podzespoły obwodów pomocniczych mogące wpływać na blokowanie przez tramwaj trasy lub konieczność zjazdu technicznego oraz zapewnić natychmiastowe wykrycie zakłóceń w ich pracy i uszkodzeń;
- 10.4 System Diagnostyki musi posiadać dane eksploatacyjne oraz informacje o usterkach z wszystkich pozostałych urządzeń w tym urządzeń pomiarowych;
- 10.5 każda z usterek musi mieć odzwierciedlenie w informacjach zaradczych (podstawowym postępowaniu dla obsługi tramwaju w celu przywrócenia funkcjonalności); informacje zaradcze muszą być zapewnione przez Wykonawcę, lecz powinna być możliwość modyfikacji z aplikacji systemu diagnostyki;
- 10.6 czynności zaradcze dotyczące parametrów systemu pomiarowego mogą być wyświetlane również na stanowisku operatora;
- 10.7 diagnostyka on-line musi przechowywać minimum 7 dni archiwum z zebranych danych diagnostycznych;
- 10.8 w celu poprawnego działania systemu należy przekazywać sygnał procesu wyłączania tramwaju do wszystkich systemów IT i pomiarowych w celu ich poprawnego wyłączenia (zakończenia pracy i zapisania plików).

11. Przystosowanie tramwaju do podnoszenia i sprowadzania na wózku holowniczym oraz przetaczania na wózkach technologicznych

- 11.1 Tramwaj musi być przystosowany do podnoszenia w warunkach zajezdniowych i w warunkach awaryjnych (na terenie miasta).
- 11.2 W tramwaju, z przodu i z tyłu, muszą znajdować się na stałe elementy (dopuszcza się ich wysuwanie na czas podnoszenia) służące uchwyceniu zawieszem przy podnoszeniu tramwaju chwytając „za nos”.
- 11.3 W przypadku stosowania przy podnoszeniu tramwaju uchwytów bocznych stanowiących wyposażenie nie związane na stałe z tramwajem, należy zastosować uchwyty zgodne z posiadanymi przez Zamawiającego, opisane w pkt 11.5.4.
- 11.4 Tramwaj musi być wykonany w taki sposób, aby przy wykorzystaniu posiadanego przez Zamawiającego sprzętu jakim są: żurawie samochodowe wyposażone w zblozce do podnoszenia czoła tramwaju i trawersę, zestaw podnośników do wkolejania pojazdów szynowych firmy LUKAS, wózki holownicze służące do awaryjnego sprowadzania tramwaju, uchwyty boczne stosowane przy podnoszeniu tramwaju, była możliwość awaryjnego podniesienia tramwaju oraz jego wkolejenia i sprowadzenia na wózku do awaryjnego sprowadzania tramwaju, z uwzględnieniem:
 - 11.4.1 podnoszenia przodu i tyłu tramwaju jednym dźwigiem (bez użycia trawersy), chwytając „za nos”, przy pożądanym udźwigu nie przekraczającym 120 kN,
 - 11.4.2 podnoszenia poszczególnych członów przy użyciu jednego lub dwóch dźwigów samochodowych (jeden z prawej, a drugi z lewej strony tramwaju); pożądana jest możliwość awaryjnego podnoszenia jednym dźwigiem poszczególnych członów tramwaju, przy udźwigu nie przekraczającym 120 kN z uwzględnieniem ciężaru trawersy, celem wkolejenia lub podstawienia pod dowolnie wybrany wózek wagonowy wózka do awaryjnego sprowadzania tramwaju,
 - 11.4.3 podnoszenia tramwaju przy użyciu zestawu podnośników do wkolejania pojazdów szynowych,
 - 11.4.4 sprowadzania tramwaju na wózku holowniczym.
- 11.5 Charakterystyka posiadanego przez Zamawiającego sprzętu, o którym mowa w pkt 11.4:
 - 11.5.1 Dwa typy żurawia samochodowego przeznaczone do wkolejania eksploatowanych tramwajów. Żuraw samochodowy typu 6x4 TRAM 191 dysponuje maksymalną wysokością podnoszenia na wysięgniku głównym ze zblozdem hakowym 6,3 m, a na wysięgniku pomocniczym z trawersą 8,5 m. Udźwig żurawia na wysięgniku głównym (długość 4,8 m) z wykorzystaniem zblozda hakowego wynosi 19 t, a udźwig żurawia z wykorzystaniem wysięgnika pomocniczego i trawersy (długości 7,1 m) wynosi 10 t. Żuraw samochodowy typu TRAM 124 dysponuje maksymalną wysokością podnoszenia na wysięgniku głównym ze zblozdem hakowym 6,1m, a na wysięgniku pomocniczym z trawersą 8,3 m. Udźwig żurawia na wysięgniku głównym (długość 5,4 m) z wykorzystaniem zblozda hakowego wynosi 12,5 t, a udźwig żurawia z wykorzystaniem wysięgnika pomocniczego i trawersy (długości 6,4 m) wynosi 10 t. Zblozce hakowe łącznie z zawieszem linowym 2 ciągnowym z hakami typu TIL 5.4 t umożliwiają podnoszenie przodu i tyłu tramwaju metodą „za nos”. Wysięgnik pomocniczy z trawersą po rozłożeniu wykorzystywany jest w obu typach pojazdów do podnoszenia członów środkowych tramwajów za pomocą zawiesia pasowego. Udźwig trawersy wynosi 12 t, a jej długość pomiędzy sworzniami do mocowania zawiesia pasowego wynosi 2500 mm. W obu typach żurawia samochodowego kąt obrotu wysięgnika pod obciążeniem wynosi 270°, a

bez obciążenia 360°. Żuraw samochodowy wyposażony jest w wózek do jazdy po szynach. Pożądane jest, aby istniała możliwość podnoszenia tramwaju oboma typami wymienionych żurawi samochodowych.

- 11.5.2 Wózek holowniczy przeznaczony do awaryjnego sprowadzania tramwajów z trasy, dla którego musi istnieć możliwość do umieszczenia go pod dowolnym wózkiem tramwaju. W celu umieszczenia wózka holowniczego pod wózkiem tramwaju musi istnieć możliwość podniesienia tramwaju na taką wysokość, aby wymieniona wyżej operacja była możliwa. Wymiary wózka holowniczego są następujące (wysokość/szerokość/ długość): 205/1731/584 mm.
- 11.5.3 Wyposażenie specjalistyczne firmy LUCAS przeznaczone do wkolejania tramwajów, w skład którego wchodzi następujące urządzenia podstawowe:
 - 11.5.3.1 podnośniki hydrauliczne do podnoszenia tramwaju o zakresie podnoszenia 290 mm i 470 mm, o wysokości całkowitej po rozłożeniu 495 mm i 835 mm,
 - 11.5.3.2 belka z wózkami umieszczonymi na niej i siłownikiem przesuwu służąca do przemieszczania poprzecznego podnoszonego tramwaju.
- 11.5.4 Uchwyty boczne stosowane do podnoszenia tramwaju, wykonane z profilu zamkniętego o wymiarach:
 - 11.5.4.1 70x70x560 mm, z długością przewidzianą do umieszczenia w gnieździe wynoszącą 275 mm, nośność 70 kN,
 - 11.5.4.2 80x80x560 mm, z długością przewidzianą do umieszczenia w gnieździe wynoszącą 275 mm, nośność 70 kN.
- 11.6 Tramwaj musi być przystosowany do podnoszenia w warunkach zajezdniowych w taki sposób, aby możliwe było jego podnoszenie przy wykorzystaniu zestawów podnośnikowych posiadanych przez Zamawiającego. Zamawiający do podnoszenia tramwajów wykorzystuje zestawy podnośników wagonowych, ustawionych wzdłuż toru, na którym wstawiany jest tramwaj przeznaczony do podniesienia. Łapy podnośników muszą chwycić (podeprzeć) pudło tramwaju w sposób i w miejscach do tego przeznaczonych (przygotowanych). Zamawiający posiada podnośniki typu 12 SDOP-78 SYT produkcji CAR-LIFT SERVICE Sp. z o.o. (Ostrów Wielkopolski).
- 11.7 W obrębie każdego wózka wagonowego należy przewidzieć miejsca podparcia dla urządzeń podstawowych wchodzących w skład wyposażenia, o którym mowa w pkt 11.5.3.
- 11.8 Przy zastosowaniu trawersy zawiesie musi być elastyczne, a tramwaj musi mieć elementy stałe (np. wysuwane) lub montowane (wsuwane) na czas podnoszenia, służące do zamocowania zawiesia.
- 11.9 Tramwaj musi być przystosowany do sprowadzania awaryjnego przy użyciu wózka holowniczego do awaryjnego sprowadzania tramwaju, umieszczonego pod dowolnym wózkiem wagonowym.
- 11.10 Osłony wymagające demontażu przy podnoszeniu tramwaju muszą być łatwo demontowalne i mocowane z wykorzystaniem zamka typu „kwadrat”. Usytuowanie zamków powinno zabezpieczać je przed zbieraniem się w nich i zamarzaniem wody.

12. Analiza skrajni, badanie bezpieczeństwa przed wykolejeniem i współpraca koło-szyna

- 12.1 Wykonawca ma obowiązek dostosowania skrajni oferowanego tramwaju do warunków eksploatacyjnych Zamawiającego, które są scharakteryzowane w części II ust. 2 (Warunki techniczne związane z infrastrukturą torową) oraz wynikają z dostosowania infrastruktury Zamawiającego do wymagań normy PN-K 92009:1998 oraz wykonania tramwajów

eksploatowanych przez Zamawiającego, dla których powyżej wysokości 200 mm nad PGS obwiednia statyczna powiększona o efekt dynamiczny (półszerokość wykorzystywana przez tramwaj) nie wykracza poza kontur odniesienia skrajni kinematycznej tramwaju podany w normie PN–K 92008:1998 na rysunku nr 8.

- 12.2 Wykonawca zobowiązany jest do przeprowadzenia analizy skrajni oferowanego tramwaju i do złożenia w Specyfikacji Ofertowej oświadczenia o uzyskanym wyniku analizy.
- 12.3 Przy analizie skrajni należy uwzględnić wszystkie istotne dla niej czynniki związane z cechami technicznymi tramwaju i toru oraz możliwościami ustawienia się tramwaju w torze podczas jazdy. Analizę można wykonać wykorzystując np. „Wytyczne wymiarowania skrajni zgodnie z rozporządzeniem na temat budowy i eksploatacji tramwajów (BOStrab)” tytuł oryginału: „Vorläufige Richtlinien für die Bemessung des lichten Raumes von Bahnen nach der Verordnung über den Bau und Betrieb der Straßenbahnen: (BOStrab);(BOStrab-Lichtraum-Richtlinien)”, Wydawnictwo BEKA, 1996.
- 12.4 Przy analizie skrajni na prostej i w łukach należy uwzględnić perony przystankowe o wysokości krawędzi 220 mm nad PGS i oddalone od osi toru o 1250 mm z poszerzeniem wg normy PN-K 92009:1998.
- 12.5 Wykonawca ma obowiązek wykonania obliczeń bezpieczeństwa przed wykolejeniem w oparciu o normę PN-EN 14363+A2:2023-01 i wykazania, w postaci odpowiedniej analizy bezpieczeństwa przed wykolejeniem, że:

$$\frac{Y}{Q} < 1,2 \text{ i } \frac{\Delta Q}{Q_o} \leq 0,6$$

Analiza powinna obejmować jazdę wagonu po torze zwichrowanym na prostej i na łuku (w tym na rampie przechyłkowej i na łukach odwrotnych) oraz w obrębie rozjazdów z uwzględnieniem dopuszczalnych odchyłek w utrzymaniu toru i części biegowych pojazdu, przy czym dopuszcza się określenie w ramach analizy wartości tych odchyłek przez Wykonawcę w celu zapewnienia optymalnych warunków współpracy tramwaj.

- 12.6 Wykonawca ma obowiązek wykonania analizy rozkładu sił pomiędzy kołem i szyną, w wyniku której wykaże, że zastosowane wielkości charakteryzujące układ geometryczny tramwaju łącznie z ich tolerancjami zapewniają prawidłową współpracę tramwaju z torem. Analiza powinna obejmować jazdę wagonu na odcinkach prostych i w łukach z uwzględnieniem wymagania dotyczącego ograniczania zużycia kół i szyn przy założeniu wariantowego stosowania szyn rowkowych ze stali o gatunku R260 i R290 GHT.

Część V

Planowo - zapobiegawcze obsługi techniczne

1. Przez planowo - zapobiegawcze obsługi techniczne rozumie się pogrupowane do wykonywania w określonych odstępach czasu lub wielkościach przebiegu tramwaju, wszystkie czynności obsługowe, które należy wykonywać w celu utrzymania pełnej sprawności technicznej tramwajów w okresie trwającym od rozpoczęcia eksploatacji do pierwszej naprawy głównej (remontu), a następnie pomiędzy kolejnymi naprawami głównymi (remontami).
2. Każda grupa czynności obsługowych, o których wyżej mowa, stanowi określony **rodzaj obsługi technicznej**.
3. Liczba i pracochłonności czynności obsługowych powinny być ograniczone do minimum poprzez:
 - 3.1 zastosowanie podzespołów bezobsługowych lub o wydłużonym okresie pomiędzy obsługami technicznymi i małej pracochłonności czynności obsługowych,
 - 3.2 wykorzystanie diagnostyki tramwaju i jego podzespołów do oceny aktualnego stanu oraz możliwego dalszego przebiegu tramwaju,
 - 3.3 ułatwienie czynności obsługowych poprzez nieograniczony dostęp niezbędny do dokonania oceny, regulacji i czyszczenia wymagających tego elementów tramwaju oraz demontażu i montażu części wymienianych podczas czynności obsługowych.
4. Zastosowane rozwiązania techniczne oraz dobór układów, urządzeń, zespołów, podzespołów i elementów strukturalnych tramwaju powinny być tak zestawione, aby ich okresy międzyobsługowe pokrywały się ze sobą. Poza obsługą techniczną codzienną (OC) i comiesięcznymi obsługami technicznymi małymi (OM) związanymi ze sprawdzeniem odbieraka prądu i wykonaniem innych małopracochłonnych czynności kontrolno-obsługowych, których pracochłonności powinny być ograniczone do niezbędnego minimum, planowo-zapobiegawcze obsługi techniczne układów, urządzeń, zespołów, podzespołów i elementów strukturalnych muszą zostać pogrupowane w określone rodzaje obsługi technicznych (OT).
5. Przebieg tramwaju do naprawy głównej (remontu) najniższego rzędu nie może być mniejszy niż 550 tys. km lub 10 lat eksploatacji.
6. Pracochłonność czynności obsługowych wykonywanych w ramach obsługi technicznej codziennej (OC), nie może przekroczyć 0,3 rbg, a obsługa ta wykonywana przez 2 osoby nie może wymagać przebywania tramwaju na stanowisku obsługowym dłużej niż 10 minut. Do powyższego nie wlicza się uzupełniania piasku w zbiornikach piasecznic oraz wstawiania tramwaju na stanowiska obsługowe i wystawiania z nich.
7. Dla rodzaju obsługi technicznej małej (OM) związanej ze sprawdzeniem odbieraka prądu i wykonaniem innych małopracochłonnych czynności kontrolno-obsługowych należy zastosować przebiegi międzyobsługowe wynoszące 2,5 tys. km lub 1 miesiąc.
8. Wykonawca w ramach dokumentacji technicznej musi dostarczyć Instrukcję Obsług Technicznych. W Instrukcji Obsług Technicznych muszą zostać wyszczególnione wszystkie rodzaje obsługi technicznych oraz dla każdego rodzaju obsługi technicznej, podane zestawienie czynności obsługowych i pracochłonność. Dla każdej czynności obsługowej musi być podany sposób prawidłowego jej wykonania, zawierający (w zależności od czynności obsługowej):
 - 8.1 opis wykonanych czynności z koniecznymi do jego prawidłowego zrozumienia rysunkami lub fotografiami,
 - 8.2 wymiary i parametry jakie należy uznać za prawidłowe w wyniku sprawdzenia lub uzyskać w wyniku regulacji,
 - 8.3 wymagania wobec oprzyrządowania (przyrządy pomiarowe, narzędzia, wyposażenia specjalistyczne).

Część VI

Eksploatacja i wymiana obręczy kół

1. Eksploatacja obręczy kół w tramwaju musi odbywać się przy zoptymalizowanym zużyciu kół i szyn i powinna uwzględniać:
 - 1.1 wykonywanie reprofilacji obręczy na tokarce podtorowej nie częstszej niż co 30 tys. km,
 - 1.2 wykonywanie co każde 10 tys. km przebiegu tramwaju pomiarów średnic kół oraz szerokości i wysokości obrzeży.
2. Wykonawca w ramach dokumentacji technicznej musi dostarczyć:
 - 2.1 zwymiarowane rysunki profili obręczy kół, tj. profilu nowej obręczy oraz profili do stosowania w ramach reprofilacji (jeśli różnią się od profilu nowej obręczy),
 - 2.2 opis metody wymiany obręczy zawierający wszystkie konieczne do wykonania czynności, z koniecznymi do prawidłowego ich zrozumienia rysunkami i fotografiami oraz wymagane oprzyrządowanie; opis musi uwzględniać możliwość stosowania obręczy o różnych szerokościach.
3. Konstrukcja wózka wagonowego musi umożliwiać wymianę obręczy w warunkach zajezdniowych. Pożądane jest zastosowanie takiej konstrukcji wózka i połączeń instalacyjnych oraz opracowanie takiej metody wymiany obręczy, aby pracochłonność wymiany obręczy była możliwie mała.

Część VII

Dokumentacja techniczna i oprogramowanie

1. Wykonawca zobowiązany jest dostarczyć Zamawiającemu dokumentację techniczną wraz z licencjami w zakresie określonym w rozdziale III SWZ (Projektowane Postanowienia Umowy), składającą się z dokumentacji technicznej tramwaju o stopniu szczegółowości zapewniającym:
 - 1.1 możliwość prawidłowej obsługi tramwaju i jego (ich) wyposażenia;
 - 1.2 wykonywania konserwacji, planowo - zapobiegawczych usług technicznych, przeglądów;
 - 1.3 awaryjnego sprowadzania tramwaju z trasy;
 - 1.4 wymiany obręczy kół z uwzględnieniem różnych ich szerokości;
 - 1.5 wykonywanie napraw, napraw głównych (remontów), napraw powypadkowych;
 - 1.6 zakupu na zasadach obowiązujących w przepisach dotyczących udzielania zamówień publicznych w trybach konkurencyjnych układów, urządzeń i elementów o cechach indywidualnych, charakterystycznych dla dostarczonego tramwaju wraz z nieograniczonymi czasowo (obejmującymi cały okres eksploatacji tramwaju) licencjami umożliwiającymi korzystanie z dokumentacji na ww. polach eksploatacji.
2. Wykonawca zobowiązany jest dostarczyć Zamawiającemu:
 - 2.1 kompletne oprogramowanie konieczne do obsługi tramwaju, jego zespołów i podzespołów, wraz z licencjami (zakres zostanie dookreślony w projektowanych postanowieniach umowy), to jest wszelkie niezbędne podzespoły (złącza, kable, interfejsy, przejściówki, konwertery, itp.) i oprogramowanie instalowane na komputerach i serwerach, niezbędne do obsługi, aktualizacji, diagnostyki i konfiguracji wszystkich zainstalowanych w tramwaju systemów, zespołów i podzespołów (jeżeli posiadają taką możliwość),
 - 2.2 kompletne oprogramowanie w wersji wsadowej (kod wynikowy) do wszystkich sterowników w tramwaju wraz z niezbędnym oprogramowaniem i sprzętem służącym do wgrania tych programów do sterowników.
3. Zawartość dokumentacji technicznych tramwaju
 - 3.1 Instrukcje obsługi tramwaju w zakresie czynności motorniczego z uwzględnieniem diagnostyki pokładowej.
 - 3.2 Instrukcje Obsług Technicznych z wyszczególnieniem dla każdej z wymienionych usług technicznych koniecznych do wykonania czynności i podaniem właściwych metod sprawdzania i regulacji oraz wymaganych parametrów.
 - 3.3 Dokumentacje Techniczno-Ruchowe tramwaju: zespołów, podzespołów, układów i urządzeń stanowiących ich wyposażenie zawierające:
 - 3.3.1. określenie przeznaczenia,
 - 3.3.2. dane techniczne,
 - 3.3.3. opis budowy i zasady działania zawierający niezbędne rysunki części elektrycznej i mechanicznej,
 - 3.3.4. instrukcję obsługi,
 - 3.3.5. rysunki poglądowe,
 - 3.3.6. wymagania dotyczące użytkowania i bezpieczeństwa obsługi,
 - 3.3.7. opis metod sprawdzania stanu technicznego i zestawienia podstawowych parametrów,
 - 3.3.8. opis charakterystycznych usterek i metod ich usuwania,
 - 3.3.9. zasady recyklingu.

- 3.4 Warunki Techniczne Odbioru tramwaju: zespołów, podzespołów, układów i urządzeń stanowiących ich wyposażenia zawierające:
 - 3.4.1 określenie przedmiotu warunków,
 - 3.4.2 zakres stosowania,
 - 3.4.3 wykaz stosowanych określeń, jeśli nie są one zawarte w odpowiednich normach,
 - 3.4.4 wymagania techniczne, których dotrzymywanie podlega sprawdzaniu pod kątem zapewnienia wymaganego poziomu jakości w eksploatacji,
 - 3.4.5 program, opis wykonania i ocenę wyników badań z dołączonym protokołem z badań.
- 3.5 Katalog części zamiennych do tramwaju w formie elektronicznej (przez co należy rozumieć wersję elektroniczną zorganizowaną w logiczny sposób, umożliwiającą Zamawiającemu dalsze przetwarzanie danych, zastosowanie mechanizmów wyszukiwania, filtrowania, grupowania, importu/eksportu danych, itp.) oraz jako wydawnictwo (podzielony tematycznie oraz ułożony alfabetycznie według oznaczeń z rysunków lub schematów) zawierający:
 - 3.5.1 sposób posługiwania się katalogiem,
 - 3.5.2 spis tablic opisujących poszczególne zespoły, podzespoły i elementy strukturalne,
 - 3.5.3 wykaz wszystkich elementów z podaniem ich numerów katalogowych, producentów (dostawców) i podstawowych parametrów oraz graficzne ich przedstawienie z przyporządkowaniem do tramwaju, zespołu, podzespołu lub elementu strukturalnego,
 - 3.5.4 wykaz elementów z zamiennikami dla elementów obwodów energoelektronicznych,
 - 3.5.5 przedstawienie poszczególnych zespołów, podzespołów i elementów strukturalnych w formie rysunków obrazujących przestrzenie wchodzące w skład ww. elementów, elementy niższego rzędu z pokazaniem ich numeru katalogowego oraz miejsca i kolejności wzajemnego usytuowania w danym zespole, podzespole lub elemencie strukturalnym.
- 3.6 Wykaz materiałów eksploatacyjnych z podaniem:
 - 3.6.1 nazwy materiału eksploatacyjnego,
 - 3.6.2 oznaczenia oraz producenta materiału eksploatacyjnego użytego (zalecanego) w dostarczanych tramwajach,
 - 3.6.3 dla każdego materiału eksploatacyjnego wszystkich wymagań, które dany materiał eksploatacyjny musi spełniać, aby był równoważny użytemu w dostarczanych tramwajach (zalecanemu), tj. takich które nie wpłyną na pogorszenie stanu technicznego tramwaju oraz nie spowodują utraty gwarancji jakości.
- 3.7 Dokumentacja konstrukcyjna umożliwiająca wykonywanie napraw powypadkowych.
- 3.8 Opis Systemu Diagnostyki tramwaju pełniącej rolę diagnostyki pokładowej z podaniem sposobu prawidłowego postępowania.
- 3.9 Opis Systemu Diagnostyki tramwaju pełniącej rolę diagnostyki on-line zarządzanej z poziomu dostarczonej aplikacji.
- 3.10 Opis Systemu Diagnostyki tramwaju pełniącej rolę diagnostyki obsługowej z instrukcją wykorzystania jej w ocenie stanu technicznego objętych diagnostyką zespołów i podzespołów.
- 3.11 Schematy ideowe obwodów elektrycznych i elektronicznych tramwaju, podzespołów, układów i urządzeń stanowiących ich wyposażenie.
- 3.12 Schemat połączeń roboczych, powrotnych i ochronnych oddzielnie dla obwodu głównego i sterowania.

- 3.13 Tablice adresowe dla wiązek przewodów (schematy montażowe), podzespołów, układów i urządzeń stanowiących wyposażenie tramwaju.
- 3.14 Algorytmy funkcji oraz procedur realizowanych przez sterownik pokładowy tramwaju oraz listę zmiennych systemowych wraz z komentarzem spójnym z algorytmami w formie pliku tekstowego w formie csv.
- 3.15 Specyfikacje techniczne elementów oraz układów o cechach indywidualnych charakterystycznych dla dostarczanego tramwaju, pozwalające Zamawiającemu w przypadku samodzielnego wykonywania serwisowania na ich zakup na zasadach obowiązujących w przepisach dotyczących udzielania zamówień publicznych w trybach konkurencyjnych, tj. zawierające wymagania, jakim muszą odpowiadać, gabaryty, parametry oraz tolerancje wykonania i tolerancje parametrów.
- 3.16 Warsztatowa dokumentacja naprawcza niezbędna do sprawdzania kształtu nadwozia i ram wózków po naprawach powypadkowych (z podaniem wszystkich punktów bazowych i kontrolnych).
- 3.17 Instrukcja podnoszenia tramwaju w warunkach zajezdniowych oraz podnoszenia awaryjnego – sprowadzania tramwaju z trasy na wózek do awaryjnego sprowadzania tramwajów).
- 3.18 Instrukcja sprowadzania tramwaju w przypadku różnego rodzaju uszkodzeń.
- 3.19 Instrukcja łączenia tramwaju z drugim takim samym tramwajem wraz z instrukcją sterowania zespołu tramwajowego.
- 3.20 Opis sposobu zabezpieczenia antykorozyjnego.
- 3.21 Dokument informacyjny do celów homologacji typu tramwaju (zgodny z Załącznikiem nr 2 do Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 17 października 2023 r. w sprawie homologacji typu tramwajów i trolejbusów (Dz.U. 2023 poz. 2385)).
- 3.22 Dokumentacja techniczna systemów informatycznych, która powinna zawierać opisy systemów, w tym między innymi:
 - 3.22.1 opis używanej terminologii,
 - 3.22.2 ogólną koncepcję systemu,
 - 3.22.3 cele projektowanego systemu,
 - 3.22.4 pełną architekturę systemu na tramwaju oraz serwerowej wraz z wykorzystanymi adresacjami, protokołami i portami kierunkiem transmisji, procesami zachodzącymi na poszczególnych urządzeniach,
 - 3.22.5 parametry wszystkich urządzeń wchodzących w skład systemów informatycznych tzn. posiadających systemy operacyjne i realizujące dedykowane funkcje,
 - 3.22.6 funkcje systemu wraz z opisem,
 - 3.22.7 podział systemu na moduły (jeżeli występują),
 - 3.22.8 schematy zachodzących procesów,
 - 3.22.9 specyfikacje techniczne i wymagania sprzętowe (minimalne i zalecane), m.in. odnośnie serwerów, powierzchni dyskowych, przepustowości sieci, aktywnych urządzeń sieciowych,
 - 3.22.10 wykaz stosowanego oprogramowania, którego uruchomienie jest wymagane do osiągnięcia zakładanej funkcjonalności wraz z funkcjami jakie pełnią w systemie, m.in. systemy operacyjne, systemy bazodanowe, aplikacje autorskie, pozostałe narzędzia (konieczne jest dokładne podanie typu/rodzaju oraz wersji oprogramowania z datą jej wprowadzenia),
 - 3.22.11 opis konfiguracji wszystkich podzespołów systemu,

- 3.22.12 dokładny opis sposobu komunikacji pomiędzy poszczególnymi komponentami systemu, m.in. kierunek transmisji, protokół transmisji, informacja, jakie dane są transmitowane, nadawca transmisji, odbiorca transmisji itp. – w formie schematu blokowego,
 - 3.22.13 opis mechanizmów zabezpieczeń (bezpieczeństwo danych, zarządzanie danymi, przechowywanie/archiwizacja danych),
 - 3.22.14 ograniczenia technologiczne i techniczne systemu,
 - 3.22.15 opis możliwości dalszej rozbudowy systemu,
 - 3.22.16 informacje dotyczące wsparcia technicznego,
 - 3.22.17 instrukcję disaster recovery dla aplikacji,
 - 3.22.18 instrukcję disaster recovery dla systemu i jego komponentu na tramwaju.
- Każdorazowa modyfikacja oprogramowania musi mieć bezpośrednie odzwierciedlenie w dostarczonej dokumentacji technicznej.

3.23 Instrukcje obsługi użytkownika systemów informatycznych, które powinny zawierać:

- 3.23.1 opis używanej terminologii,
- 3.23.2 wprowadzenie wraz z ogólnym opisem działania systemu,
- 3.23.3 opis interfejsu użytkownika,
- 3.23.4 ogólne zasady obsługi systemu (wprowadzanie i edycja danych, wyszukiwanie, wydruki, raporty, najczęściej spotykane błędy i ich rozwiązywanie),
- 3.23.5 logowanie do systemu,
- 3.23.6 opis funkcji systemu,
- 3.23.7 opisy modułów systemu (aplikacja kliencka),
- 3.23.8 opisy procesów przebiegających w modułach,
- 3.23.9 dostępne opcje konfiguracyjne (ustawienia).

3.24 Instrukcje administratora systemów informatycznych, które powinny zawierać:

- 3.24.1 opis używanej terminologii,
- 3.24.2 informacje na temat instalacji systemu dla wszystkich modułów (serwerów i stanowisk operacyjnych),
- 3.24.3 konfigurację systemu i środowiska,
- 3.24.4 szczegółowy opis parametrów (ustawień systemu),
- 3.24.5 przeprowadzanie aktualizacji,
- 3.24.6 tworzenie i przywracanie kopii zapasowych,
- 3.24.7 zarządzanie kontami użytkowników,
- 3.24.8 zarządzanie bazą danych (jeżeli system umożliwia),
- 3.24.9 zarządzanie siecią (jeżeli system umożliwia),
- 3.24.10 zarządzanie bezpieczeństwem systemu (jeżeli system umożliwia),
- 3.24.11 monitorowanie systemu,
- 3.24.12 optymalizację systemu,
- 3.24.13 procedurę dodawania nowych elementów do systemu,
- 3.24.14 przywracanie systemu po awarii,
- 3.24.15 wykaz i opis błędów,
- 3.24.16 najczęściej spotykane błędy i ich rozwiązywanie.

- 3.25 Wartość dokumentacji technicznej (wraz z licencjami) i oprogramowania (wraz z licencjami) należy uwzględnić w cenie oferty.
- 3.26 Dokumentacja techniczna musi zostać sporządzona w języku polskim. Ewentualne odstępstwa od tej zasady muszą zostać każdorazowo uzgodnione z Zamawiającym.

Część VIII

Szkolenia przygotowujące do obsługi i naprawy tramwaju

1. Wykonawca zobowiązany jest przeszkolić pracowników Zamawiającego dla niżej wymienionych grup, we wskazanym zakresie:
 - 1.1 5 motorniczych w zakresie eksploatacji tramwaju, a w szczególności: obsługi na trasie, obsługi diagnostyki pokładowej, obsługi części wyposażeniowo - technicznej, tworzenia zespołu tramwajowego z drugim tramwajem, z uwzględnieniem postępowania w sytuacjach nieprawidłowego funkcjonowania tramwaju i zespołu tramwajowego. Szkolenie powinno obejmować:
 - 1.1.1 część teoretyczną – obejmującą 6 godzin wykładu (w jednej grupie szkoleniowej),
 - 1.1.2 część praktyczną – obejmującą 4 godziny pokazu na tramwaju z uwzględnieniem tworzenia zespołów tramwajowych (w jednej grupie szkoleniowej),
 - 1.1.3 jazdy na mieście prowadzone indywidualnie z każdym uczestnikiem, po 2 godziny każdy;
 - 1.2 5 pracowników zaplecza technicznego, obsługujących tramwaje w zakresie planowo - zapobiegawczych usług technicznych oraz diagnostyki pokładowej i obsługowej z uwzględnieniem postępowania w sytuacjach nieprawidłowego funkcjonowania tramwaju. Czas szkolenia: 8 godzin część teoretyczna (w jednej grupie szkoleniowej), 16 godzin część praktyczna (w 2 grupach szkoleniowych);
 - 1.3 8 pracowników w zakresie podnoszenia i sprowadzania tramwaju z trasy (wkolejenia). Szkolenie powinno zawierać prezentacje oraz ćwiczenia praktyczne, Czas szkolenia: 2 godziny część teoretyczna (w jednej grupie szkoleniowej), 6 godzin część praktyczna (w 4 grupach szkoleniowych);
 - 1.4 w zakresie administracji i obsługi systemów informatycznych:
 - 1.4.1 Rejestrator Zdarzeń
 - 1.4.1.1 pobieranie i interpretacja danych: 1 grupa szkoleniowa – 10 osób, 8 godzin szkolenia,
 - 1.4.1.2 pobieranie i interpretacja danych, funkcjonalność, budowa systemu, wykonywanie kompleksowego przeglądu rejestratora w powiązaniu z tramwajem i infrastrukturą, pozwalającego na ocenę jego bieżącego stanu technicznego: 2 grupy szkoleniowe – łącznie 15 osób, 16 godzin szkolenia dla każdej grupy;
 - 1.5 System Diagnostyki On-line: 2 grupy szkoleniowe po 10 osób każda, 8 godzin szkolenia dla każdej grupy;
 - 1.6 Monitoring Wizyjny: 3 grupy szkoleniowe po 10 osób, 8 godzin szkolenia dla każdej grupy;
 - 1.7 w zakresie wymiany konfiguracji elementów składowych systemów informatycznych pojazdów: łącznie 5 grup po 10 osób każda (40 godzin szkolenia po 8 godzin dziennie);
 - 1.8 w zakresie usuwania awarii systemu (aplikacji) w tym naprawy poszczególnych elementów aplikacji, konfiguracji (sterowanie systemem za pomocą parametrów konfiguracyjnych jak i zmiana parametrów konfiguracyjnych przy zmianie architektury sieci) , odzyskiwania bazy danych z backupu w tym konieczne czynności do wykonania, utrzymania bazy danych (operacje utrzymaniowe jeśli nie uwzględniono ich w harmonogramie utrzymania bazy) i backupu bazy danych, disaster recovery (postawienie systemu aplikacji od zera wraz z konfiguracją) 5 osób (do 16 godzin szkolenia po 8 godzin dziennie);

- 1.9 w zakresie systemu na tramwaju konfiguracja i odtworzenie sprawności systemu na urządzeniach, komputerze analitycznym i stanowisku operatorskim, disaster recovery czyli odtworzenie z obrazu i konfiguracja poszczególnych elementów systemu pomiarowego w tym komputera analitycznego i stanowiska operatora w tym odtworzenie działania poszczególnych systemów taborowych w tym CCTV. Szkolenie będzie się odbywać na podstawie otrzymanej dokumentacji 10 osób do 16 godzin (8 godzin dziennie).
2. Wszystkie szkolenia, wskazane w ust. 1:
 - 2.1 muszą odbywać się w języku polskim,
 - 2.2 będą się odbywały w miejscu zapewnionym przez Zamawiającego,
 - 2.3 muszą być przeprowadzone z wykorzystaniem instrukcji i oprogramowania, o których mowa wyżej; przygotowanie wersji drukowanych materiałów wręczanych uczestnikom spoczywa na Wykonawcy,
 - 2.4 muszą być przeprowadzone na podstawie programów szkoleń oraz zakończone egzaminem sprawdzającym wiedzę i umiejętności w zakresie danego szkolenia,
 - 2.5 muszą być możliwie skoncentrowane na praktycznych aspektach działania i umożliwiać sprawdzenie w praktyce nabywanych umiejętności,
3. W przypadku niezdania przez uczestnika egzaminu, o którym mowa w pkt. 2.4, Wykonawca zobowiązany jest zapewnić doszkolenie i możliwość ponownego zdania egzaminu (jednorazowo dla każdego uczestnika).
4. Programy oraz treść i forma egzaminów, o których mowa w pkt. 2.4, muszą zostać uzgodnione z Zamawiającym, najpóźniej dwa tygodnie przed rozpoczęciem określonego szkolenia. Zamawiający zastrzega sobie możliwość dalszego nieodpłatnego korzystania i modyfikacji programów oraz opracowanej treści i formy egzaminów, na potrzeby szkoleń własnych.
5. Terminy pierwszych szkoleń zostaną uzgodnione przed przystąpieniem do badań odbiorczych pierwszego tramwaju z dostawy. Terminy szkoleń będą tak ustalone, aby umożliwić przez Zamawiającego planową realizację zadań związanych z eksploatacją taboru będącego przedmiotem zamówienia.
6. Terminy szkoleń zostaną określone na co najmniej miesiąc przed ich realizacją.
7. Szkolenia należy przeprowadzić etapowo dostosowując etapy do terminu dostawy tramwaju.