Załącznik nr 1b

WARUNKI TECHNICZNE I PARAMETRY TECHNICZNE SYSTEMÓW INFRASTRUKTURY NA TABORZE I i II LINII METRA – URZĄDZENIA AUTOMATYCZNEGO PROWADZENIA POCIĄGÓW, BSK.

SPIS TREŚCI

Zawartość

SPIS RYSUNKÓW **3**

1 WYMAGANIA OGÓLNE DLA SYSTEMU STEROWANIA RUCHEM POCIĄGÓW DLA LINII 2 METRA **4**

2 SKRÓTY **5**

3 SYSTEM AUTOMATYCZNEGO PROWADZENIA POCIĄGÓW SOP-3 **6**

3.1 Charakterystyka systemu 6

3.2 Podstawowe cechy systemu 7

3.2.1 Struktura systemu SOP-3 **7**

3.2.2 Cześć stacjonarna systemu SOP-3 **8**

3.2.3 Kompatybilność systemu SOP-3 z linią 1 Metra Warszawskiego **9**

3.2.4 Część pojazdowa systemu SOP-3 **9**

3.3 Podsystem ATP 14

3.3.1 Ogólna charakterystyka podsystemu ATP **14**

3.4 Podsystem ATO 14

3.4.1 Ogólna charakterystyka podsystemu ATO **14**

3.5 Wymagania funkcjonalne dla systemu automatycznego prowadzenia pociągów. 16

3.6 Warunki techniczne i parametry techniczne na pojazd wynikające z zastosowania systemu SOP-3 23

3.7 Dane techniczne systemu SOP-3 27

3.8 Wymagania dodatkowe 29

4 BSK- SYSTEM IDENTYFIKACJI POJAZDU I MASZYNISTY **31**

4.1 Budowa 31

4.2 Instalacja elementów w wagonie 32

4.2.1 Instalacja centralki **32**

4.2.2 Instalacja promiennika **34**

4.3 Parametry techniczne 36

4.4 Wymagania dodatkowe 36

5 BIBLIOGRAFIA **38**

SPIS RYSUNKÓW

Rys 3.1 -Budowa systemu SOP-3.

Rys. 3.2 - Nadzór prędkości dozwolonej przez system SOP-3.

Rys 3.3 - Urządzenia pojazdowe systemu SOP-3.

Rys 3.4 - Montaż anten pętlowych systemu SOP-3.

Rys 3.5 - Wymiary krytyczne pojazdu ze względu realizacji funkcjonalności SOP-3.

Rys 4.1 - Szkic nadajnika zamontowanego w wagonie.

Rys 4.2 - Szkic zamocowania centralki na pulpicie maszynisty.

Rys 4.3 - Rozmieszczenie sygnałów na zaciskach centralki (widok od tyłu obudowy).

Rys 4.4 - Szkic zamocowania promiennika w dachu wagonu.

1 WYMAGANIA OGÓLNE DLA SYSTEMU STEROWANIA RUCHEM POCIĄGÓW DLA LINII 2 METRA

Zastosowany w pojazdach system automatycznego prowadzenia pociągu musi odpowiadać systemowi posiadającemu aktualne świadectwo dopuszczenia typu nr U/2014/0305 oraz Dokumentacji Techniczno Ruchowej dla części pojazdowej systemu SOP-3 wersja 0 nr DTR-2011/SOP-3 wraz z dokumentami powiązanymi.

Przyszły tabor linii nr 2 musi być dostosowany do jazdy po linii nr 1 współpracując z istniejącym tam systemem SOP-2W.

Do sterowania ruchem pociągów na linii nr 2 zostały zaprojektowane i zamontowane systemy stosowane na pierwszej linii metra, a jako system ATC zainstalowany został system SOP-3. Urządzenia SOP-3 są wstecz kompatybilne z systemem SOP-2W (tworząc jednolite urządzenie pojazdowe), dzięki temu urządzenia pojazdowe są przełączane automatycznie w momencie przejazdu pomiędzy linią nr 1 a linią nr 2. Na torze prób w STP Kabaty zostały zainstalowane urządzenia SOP-3, umożliwiające testowanie pociągów (zgodnie z procedurami metra).

2 SKRÓTY

APP	Automatyczne Prowadzenie Pociągów
ATC	Automatyczne sterowanie pociągiem, które obejmuje zarówno ATO jak i ATP.
ATO	Automatyczne prowadzenie pociągu
ATP	Automatyczna ochrona pociągu
AOP	Automatyczne Ograniczenie Prędkości
CBTC	Sterowanie pociągiem w oparciu o ciągłą łączność radiową lub indukcyjne sprzężenie torowych pętli kablowych z cewkami anten na taborze. Urządzenia CBTC nie wymagają torowych systemów wykrywania pojazdu, takich jak obwody torowe czy liczniki osi.
CBTC ATC	Funkcja automatycznego sterowania pociągiem systemu CBTC
DC	Prąd stały
ECH-8	Zespół przyłącza pociągowego SOP-2W.
EMC	Zgodność elektromagnetyczna
GHz	giga Hertz (10^9 Hz)
HN	Hamowanie Nagłe (Awaryjne)
HP	Hamowanie Postojowe
HS	Hamowanie Służbowe
IEEE	Instytut Inżynierów Elektryków i Elektroników
MD	Sterowanie drzwiami – drzwi uszkodzone-zamknięte
ON	Odcięcie Napędu
PFU	Program Funkcjonalno-Użytkowy
RTS	System transmisji radiowej
RS 422	Znormalizowane przyłącze kablowe
RS 485	Znormalizowane przyłącze kablowe
SOP-2W	Urządzenie Samoczynnego Ograniczenia Prędkości opracowane przez Politechnikę Łódzką, Polska i zainstalowane na linii 1 Metra Warszawskiego.
ZRP	Zabezpieczenie Ruchu Pociągów
ZSiKD	Zdalne Sterowanie i Kontrola Dyspozytorska

3 SYSTEM AUTOMATYCZNEGO PROWADZENIA POCIĄGÓW SOP-3

3.1 Charakterystyka systemu

System SOP-3 jest systemem ATC przeznaczonym dla II linii metra jako podstawowy system prowadzenia ruchu. Składa się on z dwóch części:

- Części stacjonarnej (przytorowej),
- Części pojazdowej realizującej funkcje ATP i ATO.

Część stacjonarna systemu przesyła do części stacjonarnej pojazdowej informacje za pośrednictwem pętli transmisyjnych.

System SOP-3 działa na zasadzie kontroli kaskady stopni prędkości dozwolonej i umożliwia zastosowanie do 15 stopni prędkości pociągów, co pozwala na optymalny dobór stopni prędkości w zależności od charakterystyki taboru, długości odcinków torowych oraz pojemności linii.

Część stacjonarna systemu SOP-3 za pośrednictwem pętli transmisyjnych wysyła do części pojazdowej systemu stopień prędkości dozwolonej, której wartość zależy od sytuacji ruchowej przed danym pociągiem. Maszynista lub podsystem ATO (w trybie jazdy automatycznej) nie mogą przekroczyć tej prędkości – jeżeli to nastąpi, system zredukuje tę prędkość automatycznie poprzez stopniowaną interwencję: wyłączenie napędu, załączenie hamowania służbowego a w ostateczności załączenie hamowania awaryjnego.

System SOP-3 składa się z dwóch podsystemów realizujących podstawowe funkcje:

- podsystem **ATP** – jest podsystemem realizującym funkcje aop tj. odpowiada za zapewnienie bezpieczeństwa ruchu pociągów poprzez ciągłą kontrolę prędkości aktualnej pociągu i jej automatyczne zmniejszenie, jeżeli przekracza ona prędkość dozwoloną oraz za precyzyjnie śledzenie położenia pociągu. Logika działania oparta jest na zasadach fail-safe,
- podsystem **ATO** – jest podsystemem app, który umożliwiają jazdę pociągu w trybie automatycznym na poziomie STO tj. system sam reguluje prędkość tak, aby prędkość dozwolona nie została przekroczona, odpowiada za automatyczne zatrzymanie pociągu przy peronie, jazdę zgodnie z rozkładem jazdy i wiele innych funkcji – rola maszynisty w tym trybie sprowadza się do zamykania drzwi oraz inicjowania odjazdu ze stacji. System realizuje także funkcję w pełni automatycznego (bez udziału maszynisty) zawracania pociągów na stacjach końcowych.

System SOP-3 posiada budowę modułową. System SOP-3 jest systemem jednolitym, w którym te same urządzenia pokładowe zapewniają jazdę pociągu w trybie zabezpieczonym po obu liniach Metra Warszawskiego.

3.2 Podstawowe cechy systemu

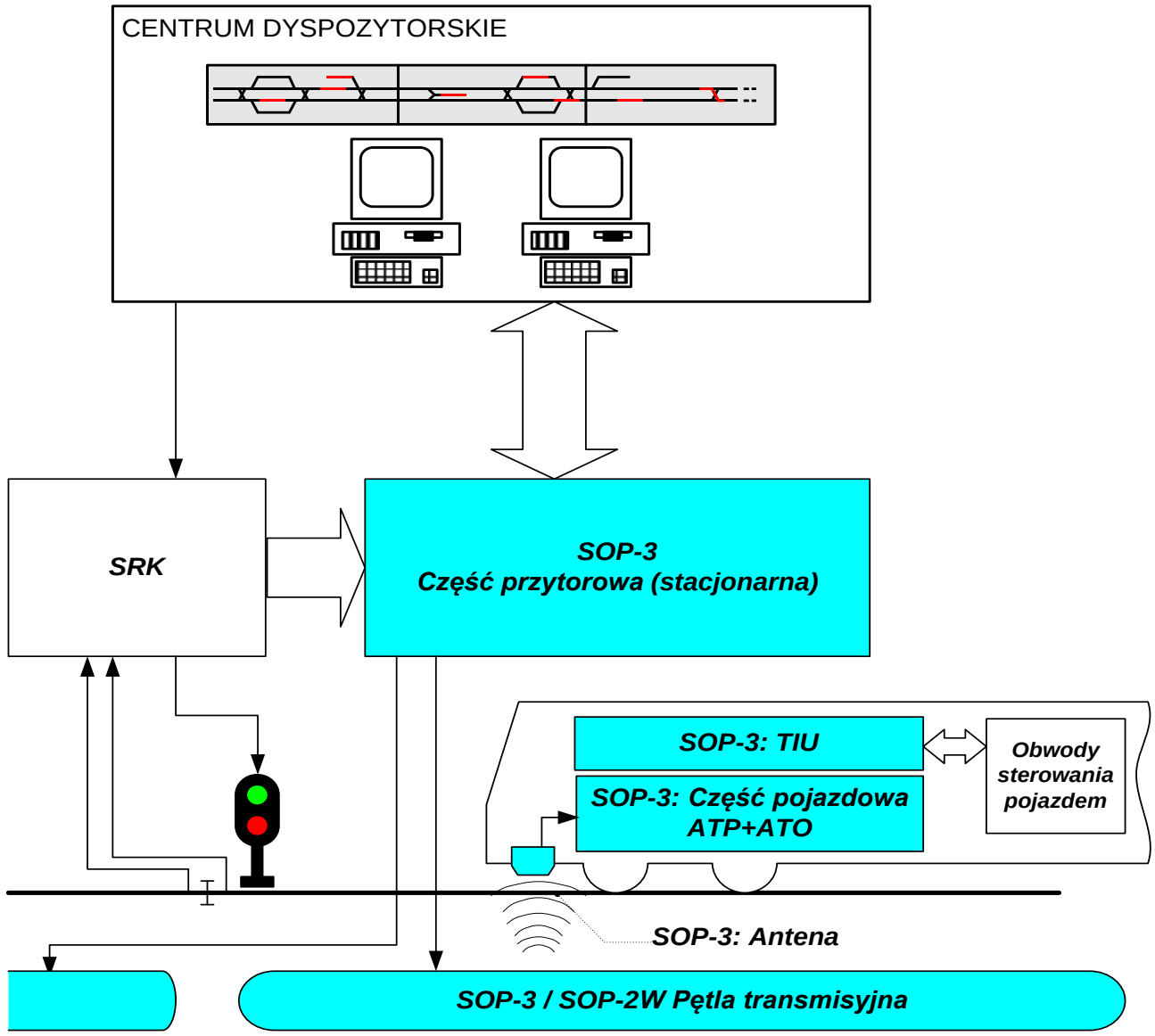
3.2.1 Struktura systemu SOP-3

Ogólną strukturę systemu SOP-3 przedstawia Rys 3.1.

Część stacjonarna (przytorowa) otrzymuje informacje ze współpracujących systemów i urządzeń stacyjnych oraz liniowych i po ich przetworzeniu wysyła je do części pojazdowej w postaci telegramów zawierających m.in. stopnie prędkości.

Część pojazdowa na podstawie informacji odebranych z części stacjonarnej systemu oraz informacji o stanie pojazdu realizuje funkcje ATP (ograniczanie prędkości pociągu) oraz funkcje ATO.

Medium transmisyjne pomiędzy częścią przytorową i pojazdową stanowią pętle transmisyjne ułożone pomiędzy tokami szyn.



Rys 3.1 -Budowa systemu **SOP-3**.

Część pojazdowa systemu SOP-3 powinna być przygotowana do wykorzystania radiowego łącza transmisyjnego, niezbędnego dla realizacji funkcji wymagających dwukierunkowej transmisji danych (np. CBTC). Systemem dedykowanym dla takiej transmisji po stronie infrastruktury jest zainstalowany na centralnym odcinku II linii metra system MAV firmy RADOM s.r.o.. W celu umożliwienia w przyszłości, migracji systemu SOP-3 do funkcjonalności CBTC, bez konieczności ponoszenia dodatkowych nakładów finansowych związanych z instalacją dodatkowych elementów w pojeździe, wymaga się aby pojazd został wyposażony w wszystkie urządzenia oraz instalacje niezbędne do uruchomienia funkcjonalności CBTC systemu SOP-3.

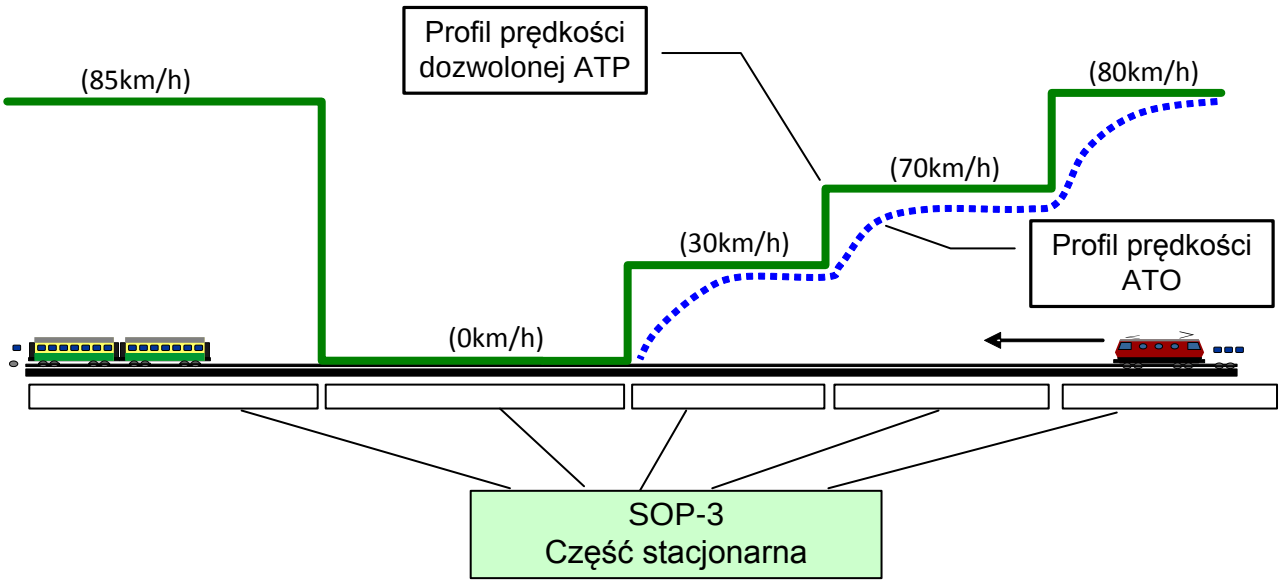
3.2.2 Cześć stacjonarna systemu SOP-3

Urządzenia stacjonarne systemu SOP-3 są umieszczone na każdej stacji linii metra i odpowiadają za zabezpieczenie jazdy pojazdów znajdujących się w rejonie danej stacji tj. na samej stacji oraz na torach przylegających (zgodnie z podziałem przyjętym w urządzeniach ZRP). Urządzenia stacjonarne SOP-3 wypracowują na podstawie informacji o zajętości obwodów torowych z systemu zależnościowego ZRP informacje o prędkości dozwolonej i o wszelkich ograniczeniach i wysyłają je do każdego pociągu znajdującego się w rejonie danej stacji.
System powinien zapewniać żądany interwał 72s (90s z założoną rezerwą 20%). Przykład kaskady prędkości dozwolonej przy zbliżaniu się do przeszkody jest pokazany na Rys. 3.2

Część stacjonarna systemu przesyła do części pojazdowej informacje za pośrednictwem pętli transmisyjnych.

System SOP-3 działa na zasadzie kontroli kaskady stopni prędkości dozwolonej (patrz Rys. 3.2) i umożliwia zastosowanie do piętnastu stopni prędkości pociągów (zgodnie z punktem 3.7), co pozwala na optymalny dobór stopni prędkości w zależności od charakterystyki taboru, długości odcinków torowych oraz charakterystyki linii (nachylenia, stałe ograniczenia prędkości, pojemność linii).

Część stacjonarna systemu SOP-3 za pośrednictwem pętli transmisyjnych wysyła do części pojazdowej systemu stopień prędkości dozwolonej, której wartość zależy od sytuacji ruchowej przed danym pociągiem (patrz Rys. 3.2). Maszynista (w trybie jazdy ręcznej) lub podsystem ATO (w trybie jazdy automatycznej) prowadzi pociąg na podstawie informacji o prędkości kontrolowanej wypracowanej przez systemu SOP-3. Prędkość pociągu jest regulowana przez maszynistę w taki sposób, aby nie przekroczyć tej prędkości. W wypadku jej przekroczenia system SOP-3 oddziałuje na układ napędowo-hamujący pociągu, powodując automatyczne ograniczenie jego prędkości lub zatrzymanie przed przeszkodą sygnalizowaną przez urządzenia systemu sterowania ruchem pociągów.



Rys. 3.2 - Nadzór prędkości dozwolonej przez system **SOP-3**.

3.2.3 Kompatybilność systemu SOP-3 z linią 1 Metra Warszawskiego

Dzięki zastosowaniu w systemie SOP-3 takiej samej jak w systemie stosowanym na linii 1 transmisji pętlowej oraz urządzeń odbiorczych zdolnych czytać i dekodować telegramy nadajników stosowanych na linii 1 Metra Warszawskiego, pociąg wyposażony w urządzenia pokładowe systemu SOP-3 może poruszać się po linii 1 bez konieczności instalowania dodatkowych urządzeń na pojeździe. Stąd urządzenia pojazdowe SOP-3 stanowią w ten sposób jednolity system obejmujący pojazdowe i stacjonarne urządzenia APP dla linii 1 oraz linii 2 Metra Warszawskiego.

Pojazd przejeżdżający z linii 1 na linię 2 (i odwrotnie) na podstawie informacji z pętli torowych automatycznie przełącza się na odpowiedni system i tryb jazdy: na linii 2 będzie to tryb ATC, na linii 1 będzie to tryb SOP-2W. Urządzenia pojazdowe SOP-3 instalowane na pojazdach muszą realizować wszystkie funkcje istniejących na linii 1 urządzeń SOP-2W, w tym również funkcji hamowania docelowego (pełna akceptacja telegramów nadawanych przez nadajniki SOP-2W).

3.2.4 Część pojazdowa systemu SOP-3

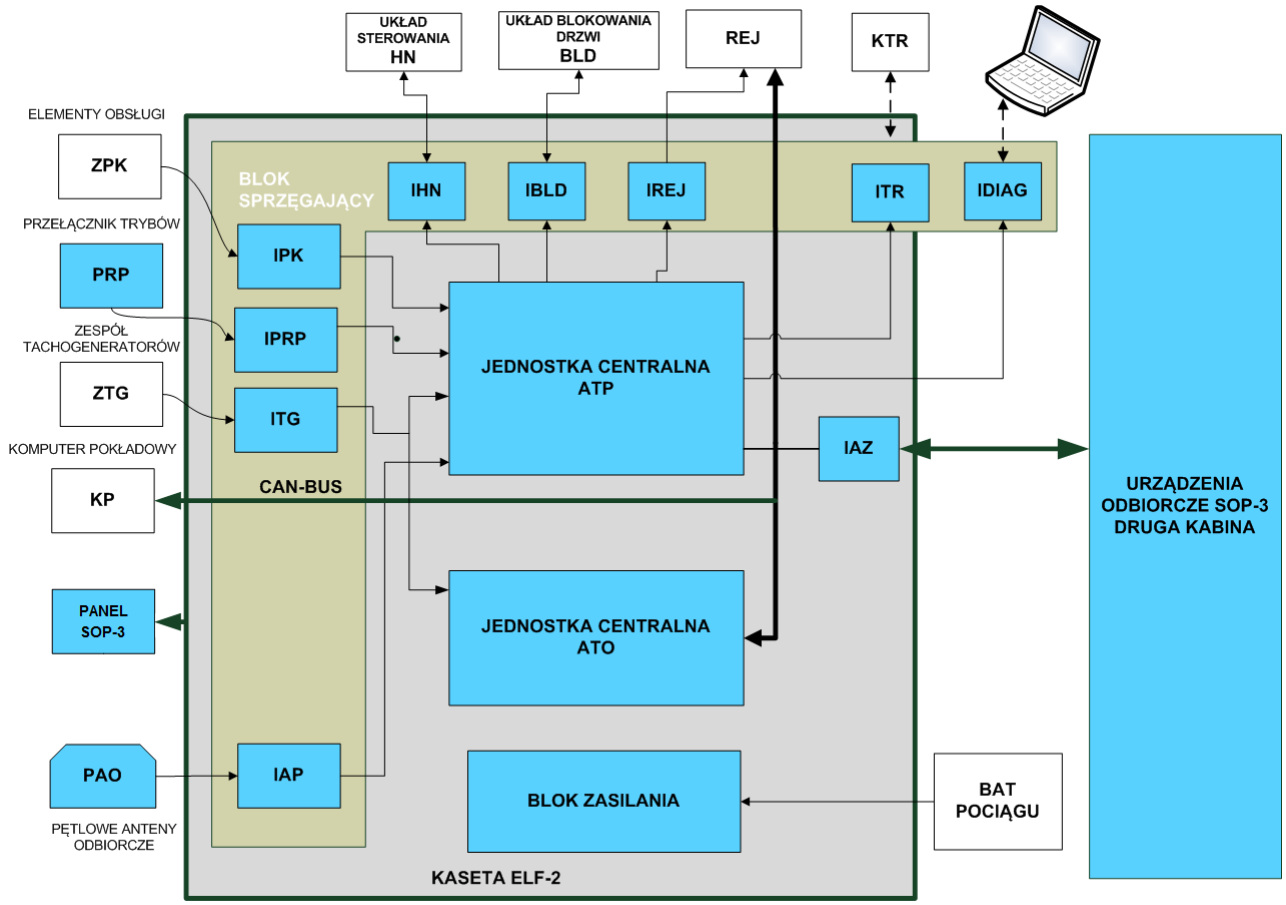
Część pojazdowa systemu SOP-3 (jeden komplet urządzeń przypadający na jeden wagon czołowy) powinna składać się z:

1. Kasety odbiornika ELF-2 – 1 szt. zawierającej podsystemy ATP i ATO oraz elementy bloku sprzęgającego TIU pośredniczącego między urządzeniem SOP-3 a urządzeniami pojazdowymi, struktura i budowa TIU zależy od typu pojazdu, na którym zamontowane są urządzenia SOP-3.
2. Anten odbiorczych PAO – 2 szt.

3. Przełącznika trybów pracy PRP – przełącznika montowanego w kabinie maszynisty, pozwalającego na wybór jednego z trybów pracy części pojazdowej systemu SOP-3.
4. Interfejsu ITR do wykorzystania w przyszłości dla połączenia z kanałem transmisji radiowej KTR dla realizacji bezpiecznej, dwukierunkowej transmisji radiowej przy ewentualnej implementacji funkcjonalności CBTC.
5. Interfejsu IDIAG do połączenia przyłącza diagnostycznego do jednostki centralnej systemu SOP-3.
6. Panel SOP-3 – dotykowy monitor LCD do celów zobrazowania informacji ATP oraz ATO jak i do zadawania danych systemowych przez maszynisty.

Część pojazdowa systemu SOP-3 współpracuje z następującymi urządzeniami pojazdowymi niebędącymi elementami systemu (patrz Rys 3.3):

1. Komputer pokładowy (opcjonalnie) – główny komputer sterujący układem napędowym oraz hamulcowym pociągu połączony z systemem SOP-3 za pomocą interfejsu szeregowego i/lub równoległego,
2. Układy sterowania pociągu - w zakresie bezpiecznego sterowania hamowaniem awaryjnym i blokowaniem otwarcia drzwi,
3. Rejestrator pokładowy („czarna skrzynka”) – urządzenie rejestrujące podstawowe parametry jazdy pociągu, w tym parametry systemu SOP-3,
4. Generatory impulsów tachometrycznych – czujniki zamontowane na osiach pociągu dostarczające impulsy wykorzystywane do pomiaru prędkości pociągu i przejechanej drogi. Montowane przeważnie na osiach pojazdu i są jego integralną częścią. Czujniki tachometryczne dostarczają do systemu SOP-3 informacji o przebytej drodze na podstawie, której liczona jest aktualna prędkość pociągu oraz przyspieszenie. Do prawidłowej i bezpiecznej pracy system SOP-3 wymaga informacji z dwóch niezależnych czujników tachometrycznych, montowanych na różnych osiach pojazdu. Preferowane jest rozwiązanie, w którym przynajmniej jedna z tych osi była nienapędzana i niehamowana.
5. Kanał transmisji radiowej (KTR) – połączenie ethernetowe interfejsu ITR z transmisją radiową (WLAN) pociągu, aktywowane przy implementacji przyszłej funkcjonalności CBTC,
6. Przyłącze diagnostyczne - połączenie ethernetowe z pociągowym systemem diagnostyki.



Rys 3.3 - Urządzenia pojazdowe systemu SOP-3.

Opis interfejsów zewnętrznych systemu SOP-3:

Skrót	Znaczenie	Opis
IHN	Interfejs do hamowania nagłego	Załączanie HN: wyjścia fail-safe karty VOUT sterują przekaźnikami bezpiecznymi RELC i rozwierają pętlę hamowania awaryjnego na pociągu. Potwierdzenie załączenia HN: wejścia IN czytają styki przekaźnika RELC oraz styki powtarzacza otwarcia pętli hamowania awaryjnego.
IPK	Interfejs do wejść dyskretnych	System czyta stan przycisku P20 oraz przycisku ODJAZD (opcjonalnie przycisk TEST) – oraz odczytuje stan różnych sygnałów z układów pociągowych w tym potwierdzenie wdrożenia hamowania nagłego, służbowego, zamknięcia drzwi itp. Sygnały te są czytane przez kartę IN.

IBLD	Interfejs do blokowania otwarcia drzwi na stronie lewej lub prawej	Blokowanie drzwi: odpowiednie dla danej strony wyjścia fail-safe karty VOUT sterują przez styki przekaźnika bezpiecznego RELC obwodami blokowania otwarcia drzwi na pociągu.
IREJ	Interfejs sygnałów napięciowych do „czarnej skrzynki”	Większość sygnałów z systemu SOP-3 (ATP i ATO) jest rejestrowana poprzez magistralę szeregową CAN BUS, jednak sygnały istotne dla bezpieczeństwa są rejestrowane „sprzętowo”. Są to sygnały: • blokowanie drzwi lewych (styk przekaźnika RELC), • blokowanie drzwi prawych (styk przekaźnika RELC), • załączenia HN (styk przekaźnika RELC), • aktywnego trybu odcięcia TN (przełącznik PRP), • wciśnięcie przycisku P20 (styk P20).
ITR	Interfejs do transmisji radiowej	Przełącznik Ethernet zapewniający niezależne połączenie do pociągowych urządzeń transmisji radiowej. Przeznaczony do wykorzystania w przyszłości w przypadku rozszerzenia funkcjonalności CBTC .
IDIAG	Interfejs do diagnostyki	Przełącznik Ethernet, przez który jest możliwe podłączenie komputera z programem czytania danych diagnostycznych.
IPRP	Interfejs do przełącznika trybów PRP	Interfejs napięciowy - styki przełącznika PRP są czytane przez kartę IN.
ITG	Interfejs do czujników tachometrycznych	Interfejs zapewniający zasilanie maks. trzech czujników tachometrycznych z systemu SOP-3 oraz odczyt przez kartę SDP (ATP) oraz podsystem ATO impulsów generowanych podczas jazdy pociągu.
IAP	Interfejs do anteny pętlowej przedniej	Interfejs zapewniający odczyt telegramów odebranych przez antenę z pętli transmisyjnych zainstalowanych w torze.

IAZ	Interfejs do anteny pętlowej tylnej	Interfejs szeregowy zapewniający odczyt telegramów odebranych z pętli transmisyjnych zainstalowanych w torze przez antenę zamontowaną w przeciwnej kabinie. Informacje te wykorzystywane są w czasie realizacji nawrotu bezobsługowego.
CAN BUS	Interfejs szeregowy CAN	Magistrala komunikacyjna łącząca systemy ATP, ATO, KP oraz REJ. Za pomocą tej magistrali systemy ATP i ATO wysyłają rozkazy sterowanie pociągiem, które nie muszą być realizowane w sposób bezpieczny np. załączenie HS, odłączenie napędu. Urządzenia rejestratora „podsłuchują" i rejestrują zmiany informacji przesyłanych po magistrali CAN. Interfejs jest realizowany za pomocą standardu CAN 2.0B z prędkością 125 kb/s i ściśle zdefiniowanego protokołu transmisji i wymiany danych

W każdym wagonie czołowym pociągu montowany jest jeden komplet urządzeń części pojazdowej.

Urządzenia pojazdowe systemu zapewniają odbiór i dekodowanie telegramów odebranych z pętli transmisyjnych przez anteny odbiorcze mocowane na przednim i tylnym wózku jezdnym wagonu czołowego. Współpracę urządzeń odbiorczych z układami wykonawczymi pociągu (obwody hamowania, sterowania napędem, otwierania drzwi itd.) zapewnia blok sprzęgający. Zakres i sposób połączenia z układami na pociągu w dużej mierze zależy od tych układów np. w pociągach gdzie stosowany jest komputer pokładowy większość informacji jest wymieniana i realizowana poprzez interfejs szeregowy łączący jednostki centralne ATP oraz ATO z tymże komputerem. Nie dotyczy to interfejsów, które muszą być realizowane w sposób bezpieczny tj.

- Blokowanie otwarcia drzwi lewych,
- Blokowanie otwarcia drzwi prawych,
- Załączenie hamowania awaryjnego.

Te dwa interfejsy są zawsze realizowane przez bezpieczny moduł sterowania wyjściami znajdujący w kasecie ELF-2 zawierający kontakty przekaźników.

Dla bezpiecznej pracy części pojazdowej systemu SOP-3 wymagana jest współpraca z minimum dwoma niezależnymi elektrycznie generatorami impulsów tachometrycznych, które muszą być mocowane na różnych osiach wagonu czołowego (lub pierwszych dwóch wagonów).

System umożliwia także wykorzystanie trzeciego generatora tachometrycznego (który musi być mocowany na innej osi niż pozostałe dwa czujniki), przy czym źródłem informacji o aktualnej prędkości, z jaką porusza się pociąg są w danym momencie dwa generatory impulsów tachometrycznych a trzeci jest wykorzystywany jako zapasowy, na który system automatycznie przełącza się w przypadku awarii, któregoś z dwóch podstawowych czujników tachometrycznych. Takie rozwiązanie zwiększa dostępność systemu. Wartości prędkości odczytanej z podstawowych generatorów impulsów tachometrycznych są porównywane, w przypadku wystąpienia różnicy, jako wartość aktualnej prędkości przyjmowana jest wartość wyższa. Szczegółowe wymagania na czujniki tachometryczne, które muszą być spełnione dla zapewnienia bezpiecznej pracy systemu SOP-3 należy uzgodnić z producentem systemu w fazie realizacji zamówienia .

Urządzenia części pojazdowej montowane są na obydwu wagonach czołowych i mogą komunikować się między sobą poprzez dedykowany interfejs (patrz Rys. 4). Dla potrzeb realizacji funkcji bezobsługowego nawrotu (przy kontroli jazdy do tyłu) urządzenia SOP-3 zamontowane na danym wagonie czołowym potrzebują informacji odebranych przez układy znajdujące się w przeciwnym wagonie czołowym.

3.3 Podsystem ATP

3.3.1 Ogólna charakterystyka podsystemu ATP

Głównym zadaniem systemu ATP jest bezpieczne i automatyczne ograniczanie prędkości pociągów w zależności od sytuacji ruchowej i reakcji maszynisty. Dodatkowe funkcje realizowane przez system ATP:

3.3.1.1 Funkcja dojazdu do semafora.

- system umożliwia automatyczny dojazd do semafora wskazującego sygnał zabraniający przy utwierdzonej drodze ochronnej,

3.4 Podsystem ATO

3.4.1 Ogólna charakterystyka podsystemu ATO

Głównym zadaniem systemu ATO jest przeniesienie większości działań sterujących z subiektywnie działającego maszynisty na obiektywnie i poprawnie działające urządzenie podnosząc dokładność jazdy pociągu (pod względem czasowym i przebiegowym). Efektem jest płynna jazda pociągu z minimalnymi odchyłkami od rozkładu jazdy przy minimalizowaniu zużycia energii. Podstawowe funkcje realizowane przez system ATO:

3.4.1.1 Automatyczna jazda do stacji.

- Umożliwia zatrzymanie w miejscu zatrzymania przy peronie stacji z dokładnością ±20 cm.

- Przed wjazdem na stację uruchamia komunikat głosowy informujący o nazwie stacji.
- Umożliwia przejazd przez stację bez zatrzymania po odebraniu rozkazu wysłanego przez dyspozytora.

3.4.1.2 Automatyczny odjazd ze stacji.

- Po naciśnięciu przycisku ODJAZD przez maszynistę i po zakończeniu emisji głosowego komunikatu ostrzegającego zamyka drzwi i realizuje automatyczny odjazd ze stacji.
- Po odjeździe ze stacji uruchamia komunikat głosowy informujący o nazwie następnej stacji.
- Umożliwia blokowanie automatycznego odjazdu ze stacji przez dyspozytora.

3.4.1.3 Regulator prędkości jazdy pociągu.

- Reguluje prędkość z dokładnością ±1km/h.
- Respektuje prędkość dozwoloną kontrolowaną przez ATP.
- Umożliwia zadawanie ograniczeń prędkości w zakresie od 20km/h do 85 km/h z krokiem 10 km/h.
- Umożliwia wymuszenie wybiegu lub hamowania służbowego przez maszynistę bez konieczności wyłączenia trybu automatycznego zabezpieczonego TA.

3.4.1.4 Regulator hamowania docelowego.

- Realizuje płynne zmniejszanie prędkości pociągu do miejsca z ograniczeniem prędkości lub do miejsca zatrzymania (krzywa hamowania).
- Respektuje prędkość dozwoloną kontrolowaną przez ATP.

3.4.1.5 Regulatora czasu jazdy.

- Określa strategię jazdy tak, aby zatrzymanie pociągu na stacji nastąpiło o godzinie określonej przez rozkład jazdy przy minimalnym zużyciu energii trakcyjnej.
- Umożliwia zadawanie korekcji czasu przyjazdu przez maszynistę lub dyspozytora.
- Umożliwia indywidualne zadawanie czasu przyjazdu do następnej stacji przez dyspozytora.

3.4.1.6 Sterowanie urządzeniami pociągu

- W wybranych miejscach linii synchronizuje zegar wewnętrzny z czasem dyspozytorskim.
- W wybranych miejscach linii przełącza światła pociągu na „długie”; podczas jazdy wzdłuż krawędzi peronu przełącza światła pociągu na „krótkie”.
- Ogranicza powstawanie łuków elektrycznych podczas przejazdu pociągu przez przerwy międzysekcyjne poprzez wyłączanie napędu w poszczególnych wagonach pociągu.

3.4.1.7 Zobrazowanie

- Wyświetla nazwę następnej stacji oraz czas przyjazdu wraz z korekcją.
- Wyświetla stronę otwarcia drzwi.
- Wyświetla sygnał gotowości do odjazdu i czas odjazdu.
- Wyświetla informacje o sytuacji ruchowej (m.in. stopnie prędkości dozwolonej) przed pociągiem.

3.4.1.8 Funkcja bezobsługowego nawrotu

- realizuje bezobsługowe zawracanie pociągu pod nadzorem systemu ATP w stacjach gdzie taki obrót jest zaprogramowany w części stacyjnej systemu **SOP-3**.

3.4.1.9 Funkcja jazdy dyspozytorskiej

- realizuje automatyczne ściągnięcie pociągu do najbliższej stacji na rozkaz dyspozytora.

3.5 Wymagania funkcjonalne dla systemu automatycznego prowadzenia pociągów.

Lp	Funkcja
1	System automatycznego prowadzenia pociągu typu SOP-3 stanowi konstrukcyjną całość, na którą składają się: ▪ urządzenia nadawcze (stacjonarne) - składają się z zespołu koderów pracujących w konfiguracji „2 z 3” co zapewnia wysoką dostępność, oraz nadajników pętli transmisyjnych ▪ urządzenia transmisji (stosowane w tunelach), ▪ urządzenia odbiorcze (pojazdowe). Awaria urządzeń systemu na jednej stacji nie wpływa na działanie systemu ZRP oraz nie wpływa na działanie urządzeń systemu na pozostałych stacjach.
2	System bazuje na informacjach wypracowanych w systemie ZRP metra (obwody torowe dowolnego typu, układy liczników osi, stan sygnalizatorów świetlnych, położenie zwrotnic etc.) nie wymagając ingerencji w logikę działania tych urządzeń. Informacje te mogą pochodzić zarówno z przekaźników jak i z urządzeń elektronicznych. Awaria urządzeń systemu nie wpływa na pracę urządzeń zrp.
3	Urządzenia systemu są niewrażliwe na oddziaływania innych urządzeń, w tym również trakcyjnych, stosowanych w metrze i same nie powodują w nich zakłóceń (w tym urządzeń SOP-2W zainstalowanych na linii 1).
4	Urządzenia transmisji pętlowej systemu nie wymagają instalowania żadnych urządzeń w torach poza pętlami transmisyjnymi i związanymi z nimi skrzynkami połączeniowymi.

Lp	Funkcja
5	Urządzenia systemu samoczynnie w sposób ciągły zapewniają kontrolę następstwa pociągów oraz warunków bezpiecznej jazdy poprzez aktualizację prędkości bezpiecznej dla każdego pociągu znajdującego się na linii 2 i posiadającego sprawne i załączone urządzenia pokładowe systemu
6	Urządzenia systemu nie wymagają klimatyzacji i mogą pracować w warunkach przekaźnikowni i pojazdów metra
7	Urządzenia systemu nie wymagają czynności obsługowych i regulacyjnych przy ich włączaniu i wyłączaniu
8	Rozwiązania konstrukcyjne i układowe urządzeń systemu zapewniają: - długotrwałą pracę bez konieczności dokonywania napraw i wymiany podzespołów w warsztacie - prostą obsługę i utrzymanie urządzeń przez wymianę wtykowych modułów funkcjonalnych - minimalizację czasu wykrycia ewentualnych usterek przez samotestowanie urządzeń w trakcie normalnej eksploatacji - możliwość funkcjonalnej rozbudowy urządzeń
9	Urządzenia pojazdowe systemu zaprojektowano w ten sposób, że oprócz samotestowania przed wyjazdem na szlak, możliwe jest sprawdzenie poprawności ich działania w różnych sytuacjach ruchowych za pomocą urządzeń diagnostycznych instalowanych na stacji techniczno-postojowej.
10	Rozwiązania koncepcyjne i układowe zastosowane w systemie wykluczają możliwość powstania sytuacji niebezpiecznej, nawet w sytuacji, gdy człowiek zawiedzie.
11	System oparty jest na zasadzie ciągłej transmisji informacji na całej drodze pociągu.

Lp	Funkcja
12	Podstawową informacją przekazywaną do pociągu jest tzw. prędkość dopuszczalna na danym odcinku torowym, na którym znajduje się pociąg. Informacja ta stanowi punkt odniesienia w działaniach urządzeń odbiorczych i jest pokazywana maszyniście. System przekazuje do pociągu informacje stopniach prędkości definiowanych przez użytkownika np. 0 „nieprzełamywalne”, 0 „przełamywalne”, 20, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70,75, 80 oraz 85 km/h. Wartość prędkości dopuszczalnej zależy od stanu punktów chronionych przez system, którymi są: - początek zajętego odcinka torowego, - sygnalizator wskazujący sygnał „Stój”, - zwrotnica bez kontroli, - koniec torów, - początek pętli, do której jest wysyłany stopień prędkości „0” wskutek aktywowania tymczasowych ograniczeń prędkości, - inne przeszkody.
13	System umożliwia prowadzenie ruchu z następstwem pociągów 85 sek przy prędkości handlowej ok. 35 km/h, przy jeździe z zatrzymaniem i 70sek przy jeździe bez zatrzymywania (lub skróconym czasem zatrzymania) pod warunkiem właściwego dobrania długości odstępów blokowych i stopni prędkości do dynamiki taboru.
14	Urządzenia systemu umożliwiają jazdę pociągów w trybie zabezpieczonym po torach gdzie prowadzony jest ruch jednokierunkowy oraz dwukierunkowy przy założeniu stałego odstępu blokowego

Lp	Funkcja
15	Komunikacja z maszynistą odbywa się za pomocą pulpitu maszynisty, na którym prezentowane są następujące informacje: - gotowości / awarii urządzeń odbiorczych - żądanie testowania urządzeń odbiorczych - prędkość dopuszczalna na danym odcinku toru - prędkość dopuszczalna na następnym odcinku toru - prędkość rzeczywista - odległość do ograniczenia prędkości - stan transmisji (odbioru informacji z urządzeń stacjonarnych systemu) - włączenie hamowania, - wyłączenie / zezwolenie na włączenie napędu, - wciśnięcia przycisków czujności. Jako informacje dodatkowe mogą być przekazywane: - numer danego odcinka torowego, - liczba wolnych odcinków torowych przed danym odcinkiem. Pulpit maszynisty systemu powinien przekazywać jedynie informacje dotyczące systemu oraz powinien być rozdzielony sprzętowo i programowo od innych systemów pojazdu.
16	Część pojazdowa systemu umożliwia samoczynną rejestrację w rejestratorze pociągowym ATM (tzw. „czarnej skrzynce”) sygnałów pozwalających na ocenę pracy urządzeń i maszynisty m.in.: - sygnałów zabraniających i zezwalających na jazdę - włączenia / wyłączenia urządzeń systemu - hamowania służbowego i awaryjnego - użycia przycisków czujności (przejęcie kontroli przez maszynistę)
17	Wszystkie funkcje ograniczania prędkości realizowane przez system posiadają priorytet przed innymi urządzeniami automatyki i sterowaniem ręcznym
18	System w sposób ciągły i samoczynny odbiera informacje z części stacjonarnej systemu i interpretuje je w następujący sposób: system porównuje wypracowaną prędkość dopuszczalną z prędkością rzeczywistą a w przypadku przekroczenia prędkości dopuszczalnej automatycznie ogranicza prędkość rzeczywistą przez odłączenie napędu a jeśli to nie wystarczy przez włączenie hamowania służbowego. Brak reakcji taboru na polecenie hamowania służbowego powoduje włączenie hamowania awaryjnego trwającego aż do zatrzymania pociągu. Brak uaktualnienia informacji ATP traktowany jest jako prędkość dopuszczalna 0 km/h. Przejazd przez odcinek z sygnalizowaną prędkością 0 km/h lub przez odcinek bez przesyłu informacji ATP jest możliwy z prędkością bezpieczną 20 km/h po wciśnięciu przycisków czujności.

Lp	Funkcja
19	System umożliwia przejazd przez odcinki o długości maks. 25m bez przesyłu informacji z urządzeń stacjonarnych.
20	System wyklucza możliwość samowolnego ruszenia pociągu na pochyleniu poprzez załączenie hamowania awaryjnego, nawet tam gdzie przesyłana jest informacja o niezerowej prędkości dopuszczalnej
21	System wyklucza możliwość jazdy pociągu do tyłu poprzez załączenie hamowania awaryjnego
22	W przypadkach awaryjnych możliwe jest wyłączenie systemu, przy czym fakt ten jest rejestrowany w „czarnej skrzynce”
23	Pojazdowe urządzenia systemu umożliwiają jazdę w trybie zabezpieczonym po linii 1 Metra Warszawskiego. Oznacza to, że urządzenia systemu realizują wszystkie funkcje ATP (wraz z automatycznym zatrzymaniem przy peronie) możliwe do spełnienia na podstawie informacji przesyłanych z urządzeń SOP-2W zainstalowanych na linii 1. Przełączenia z trybów linii 2 (SOP-3) na tryb linii 1 (SOP-2W) i odwrotnie następuje samoczynnie bez ingerencji maszynisty, na podstawie odbieranych z pętli informacji.
24	System powinien umożliwiać realizowanie bezobsługowego (bez udziału maszynisty) nawrotu pociągu niezależnie od technologii zawracania.
25	Czas opóźnienia od momentu zdarzenia rozpoznanego na wejściu urządzeń nadawczych systemu do momentu pojawienia się odpowiadającej temu zdarzeniu informacji w telegramie przeznaczonym dla części pojazdowej systemu nie przekracza 0,8s
26	Czas opóźnienia od momentu odebrania w telegramie z części stacjonarnej systemu informacji o restrykcji do momentu wydania przez urządzenia pojazdowe rozkazu ograniczenia prędkości nie przekracza 0,6s

Lp	Funkcja
27	System umożliwia realizowanie dodatkowych rozkazów dyspozytorskich, które są przesyłane z Centrum Dyspozytorskiego do urządzeń nadawczych systemu, a mianowicie: - rozkaz zabraniający odjazd pociągu ze wybranej stacji (tylko dla jazdy w trybie automatycznym) - rozkaz przejazdu bez zatrzymania wybranego pociągu przez wybraną stację stacji (tylko dla jazdy w trybie automatycznym) - rozkaz przejazdu bez zatrzymania wszystkich pociągów przez wybraną stację stacji (tylko dla jazdy w trybie automatycznym) - wprowadzenie korekt rozkładu jazdy stacji (tylko dla jazdy w trybie automatycznym) - wprowadzenie tymczasowych ograniczeń prędkości dla wybranych odcinków (pętli transmisyjnych) - wyprowadzenie pociągu z tunelu przez dyspozytora. Jazda pociągu odbywa się na polecenie dyspozytora z ograniczoną prędkością (zdefiniowaną przez Użytkownika)
28	Czas restartu części stacjonarnej i pojazdowej systemu po zaniku zasilania nie przekracza 2 minut.
29	System umożliwia bezwzględne i bezpieczne zatrzymanie pociągów przed końcem torów zdefiniowanym jako punkt chroniony. Przed końcami torów będą zamontowane mechaniczne autostopy, które po przejechaniu przez wagon czołowy powodują mechaniczne załączenie hamowania nagłego. Autostopy będą zamontowane w miejscach, które umożliwią bezpieczne zatrzymanie pociągu przed końcem torów. Elementy mechaniczne autostopu instalowane na pociągu i w torach działają niezależnie od systemu SOP-3 stanowiąc dodatkowe zabezpieczenie.
30	System powinien umożliwiać rejestrację zdarzeń w komputerze diagnostycznym systemu instalowanym w każdej stacji
31	System umożliwia zadawanie tymczasowych ograniczeń prędkości do wybranych sekcji torów.
32	System blokuje możliwość otwarcia drzwi po stronie niewłaściwej podczas postoju w miejscu zatrzymania zdefiniowanym dla każdej stacji. W trybie automatycznym drzwi otwierają się samoczynnie. W przypadku usterki maszynista ma możliwość ręcznego otwarcia drzwi System blokuje możliwość otwarcia drzwi pociągu podczas jazdy
33	System uniemożliwia odjazd pociągu z miejsca zatrzymania na stacji bez informacji o zamkniętych drzwiach pociągu

Lp	Funkcja
34	System umożliwia pracę w następujących trybach jazdy: - Tryb TN - jazda z systemem wyłączonym (fakt ten jest rejestrowany) - Tryb TR - jazda ręczna w trybie pełnym zabezpieczonym ATP (urządzenia pokładowe ATO wyłączone lub niesprawne) - Tryb TA - jazda automatyczna pod kontrolą ATO a zabezpieczona przez system ATP: maszynista jest jedynie odpowiedzialny za zamknięcie drzwi oraz odjazd pociągu ze stacji - Tryb TB - tryb jazdy awaryjny z ograniczonym nadzorem ATP: system jedynie kontroluje prędkość dopuszczalną 20km/h oraz fakt wciśnięcia przycisków czujności, nie są natomiast interpretowane informacje z części stacjonarnej systemu - tryb TBN - jazdy dla bezobsługowego nawrotu
35	System umożliwia przejazd przez przerwy międzysekcyjne zasilania z wyłączonym napędem, co zapobiega powstawaniu łuków elektrycznych
36	System w trybie automatycznym umożliwia: - jazdę automatyczną z opcją oszczędzania energii - przejazd przez przerwy międzysekcyjne z wyłączonym napędem - regulację czasu postoju pociągu na stacji przez Dyspozytora - wprowadzenie zmian rozkładu jazdy - sterowanie informacją ogłoszeniową dla pasażerów (otwarcie drzwi, odjazd ze stacji itp.) - sterowania światłami pociągu – przygaszanie reflektorów przy wjeździe na peron
37	System w trybie jazdy automatycznej gwarantuje zatrzymanie w dedykowanym miejscu przy peronie stacji z dokładnością nie gorszą niż 20cm.
38	System jest systemem klasy CBTC
39	Zastosowane w urządzeniach przewody połączeniowe i kable posiadają wykonanie przeciwpożarowe zgodne z normami IEC

3.6 Warunki techniczne i parametry techniczne na pojazd wynikające z zastosowania systemu SOP-3

Niżej podane są wymagania na tabor metra, który będzie eksploatowany na linii II przy założeniu 6-wagonowego składu pociągu z dwoma wagonami czołowymi, pneumatycznym hamowaniem nagłym (awaryjnym) oraz elektrodynamicznym hamowaniem służbowym.

1. Tabor powinien posiadać co najmniej jeden elektrozawór pneumatyczny zamontowany na przewodzie głównym, który będzie wykorzystywany przez system SOP-3 do załączania hamowania nagłego. Zawór musi załączać hamowanie przy braku zasilania cewki elektrozaworu.

2. Tabor musi być wyposażony w komputer pokładowy wyposażony w interfejs szeregowy, poprzez który system **SOP-3** będzie mógł realizować następujące rozkazy:

   - rozkaz załączenia i zwolnienia hamowania postojowego
   - rozkaz załączenia i zwolnienia hamowania służbowego
   - rozkaz załączenia i odłączenia napędu (jazda wybiegiem)
   - rozkaz otwarcia i zamknięcia drzwi
   - rozkaz sterowania napędem i hamowaniem taboru w zakresie odpowiadającej siły 0-100% z min. krokiem 10%

3. Dostępne informacje o stanach podstawowych elementów sterujących – szczegółowa lista tychże elementów powinna zostać doprecyzowana z producentem systemu na etapie realizacji.

4. Wymagana jest dostępność informacji o wdrożeniu hamowania służbowego, które jest wykorzystywane w systemie SOP-3 do kontroli HS. Potwierdzenie powinno być wypracowane przez tabor, gdy efektywność hamowania pociągu osiągnęła 90% efektywności maksymalnej siły HS (określonej jako parametr min. opóźnienia HS w m/s2)

5. Zwłoka od załączenia HS do wypracowania potwierdzenia HS jak w pkt.6 nie może być większa niż 3s

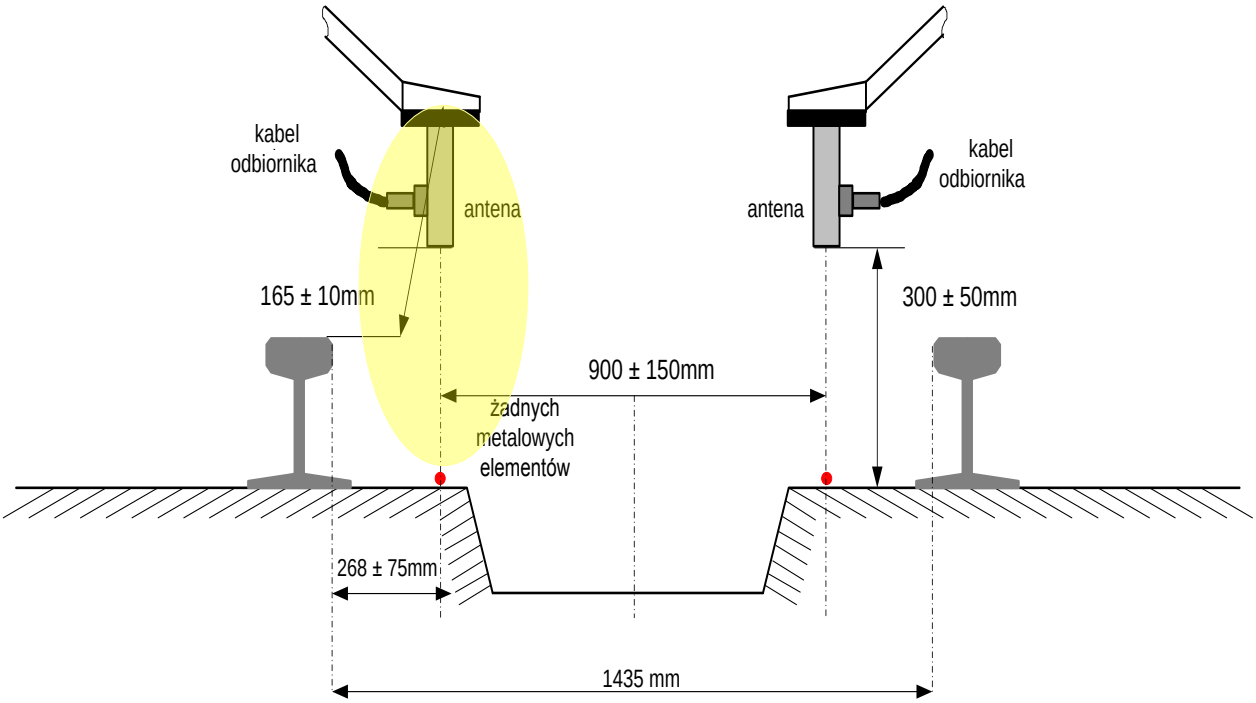
6. Wagony czołowe taboru powinny być wyposażone w min. trzy czujniki tachometryczne zamontowane każdy na innej osi. Montowane przeważnie na osiach pojazdu i są jego integralną częścią. Do prawidłowej i bezpiecznej pracy system SOP-3 wymaga informacji z dwóch niezależnych czujników tachometrycznych, montowanych na różnych osiach pojazdu Preferuje się rozwiązania, w którym przynajmniej jeden czujnik jest zamontowany

na osi nienapędzanej i niehamowanej. Czujniki powinny być min. 3 fazowe dające 60-100 impulsów na pełny obrót koła.

7. Układ sterowania drzwiami pociągu powinien mieć możliwość niezawodnego blokowania otwarcia drzwi. Szczegóły techniczne rozwiązania zostaną ustalone na etapie przetargu/realizacji.

8. W kabinie maszynisty na każdym wagonie czołowym musi istnieć możliwość zabudowania elementów sterujących oraz indykacyjnych systemu SOP-3 jak np. przyciski, lampki. Ilość oraz szczegółowy sposób zabudowy tych elementów zostaną ustalone na etapie przetargu/realizacji.

9. Musi istnieć możliwość zabudowy anten balis pętlowych systemu SOP-3. Anteny zamontowane będą w przedniej części wózka wagonu czołowego w odległości określonej w punkcie 3.6.18. Sposób i rozmieszczenie anten wraz z tolerancjami jest pokazany na poniższym rysunku:



Rys 3.4 - Montaż anten pętlowych systemu SOP-3.

Zaleca się, aby antena była zamocowana do wózka taboru kolejowego za pomocą elementu elastycznego (amortyzującego). Istotne jest, aby między miedzianą pętlą nadawczą oraz podstawą anteny nie znalazł się żaden metalowy element. Wymaga się zapewnienia możliwości sprawnej regulacji wysokości anten.

10. Preferuje się rozwiązanie, aby pokładowe urządzenie rejestrujące pociągu, czyli tzw. „czarna skrzynka” posiadała możliwość rejestracji informacji z systemu **SOP-3**. Ilość

sygnałów oraz szczegóły dotyczące interfejsu i rejestracji zostaną ustalone i uzgodnione z Zamawiającym na etapie realizacji.

11. Ponieważ kaseta nie posiada chłodzenia wymuszonego, dlatego zgodnie musi być zapewniona wolna przestrzeń wokół kasety pozwalająca na cyrkulację powietrza i chłodzenie kasety. Dodatkowo, jeżeli przestrzeń, w której umieszczona jest kaseta jest przestrzenią zamkniętą np. skrzynia lub szafka to musi ona w celu chłodzenia kasety ELF-2 umożliwiać przepływ powietrza z otoczenia zewnętrznego pociągu w kierunku z dołu do góry. Szczegóły techniczne przyjętych rozwiązań powinny zostać uzgodnione z producentem systemu na etapie realizacji Zamówienia.

12. Preferowane jest umieszczenie urządzeń na wagonie czołowym Montaż urządzeń **powinien umożliwiać obsłudze łatwy dostęp, bez konieczności zjazdu pojazdu na stację techniczno postojową (STP).** Jeżeli kaseta jest umieszczona w miejscu niedostępnym podczas jazdy pociągu np. pod pudłem wagonu to co najmniej następujące sygnały muszą zostać udostępnione w celu umożliwienia testowania oraz ułatwienia utrzymania systemu w miejscu dostępnym z kabiny maszynisty:

    - Złącze do diagnostyki systemu ATO
    - Złącze do diagnostyki systemu ATP
    - Złącze do ładowania oprogramowania i plików konfiguracyjnych dla systemu ATO
    - Złącze do ładowania oprogramowania i plików konfiguracyjnych dla systemu ATP
    - Główny bezpiecznik kasety ELF-2
    - Złącze dostępu do magistrali CAN
    - Bezpieczniki czujników tachometrycznych.

13. Wszystkie połączenia pomiędzy urządzeniami wewnętrznymi, zewnętrznymi systemu SOP-3 oraz urządzeniami peryferyjnymi powinny być one prowadzone przez listwę zaciskową. Umożliwia to łatwy demontaż urządzeń systemu SOP-3 oraz ułatwia sprawdzanie poszczególnych połączeń.

14. Monitor systemu **SOP-3** powinien być wbudowany w stanowisko maszynisty w sposób ergonomiczny i powinien znajdować się w zasięgu siedziska maszynisty. Wymagana przestrzeń dla zabudowy monitora LCD w stanowisku maszynisty: szer x wys x gł: 300 x 210 x 150 mm. Masa monitora ok. 5kg. Szczegółowy sposób montażu oraz miejsce zostaną ustalone na etapie realizacji.

15. Zasilanie urządzeń **SOP-3**: z baterii pojazdowej o napięciu w zakresie podanym w punkcie 3.7. Kaseta nie posiada własnego zabezpieczenia, stąd dodatni przewód zasilania kasety musi być zabezpieczony bezpiecznikiem bezzwłocznym 2A.

16. Wymaga się, aby było dostępne połączenie elektryczne pomiędzy wagonami czołowymi taboru – min. 10 przewodów o przekroju 2mm^2.

17. Ze względu, że część stacjonarna wysyła stopnie prędkości obliczone dla konkretnych parametrów hamujących pociągu, tak więc każdy typ pociągu musi spełniać te parametry aby system SOP-3 mógł zapewnić bezpieczną jazdę. Stopnie prędkości projektowane są w celu zapewnienia bezpieczeństwa jazdy pociągów eksploatowanych na danej linii metra a jednocześnie determinują parametry eksploatacyjne danej linii określone przez czas następstw ruchu pociągów i prędkość handlową). Stopnie prędkości a tym samym wspomniane właściwości eksploatacyjne linii metra zależą od następujących parametrów taboru eksploatowanego na tej linii:

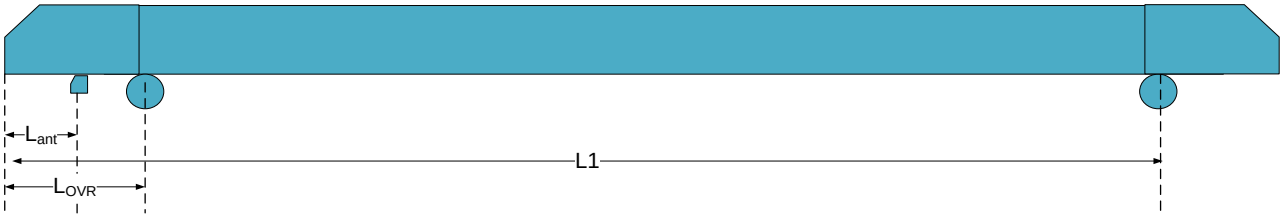
Parametr	Wpływ na bezpieczeństwo / Żądana wartość	Wpływ na przepust./ Żądana wartość
T_{maxSB} - maksymalny czas zwłoki rozwinięcia pełnego hamowania służbowego, tj. czas potrzebny układom pociągowym od otrzymania komendy hamowania do osiągnięcia wartości opóźnienia a_{minSB}		**TAK /** dla: • jazdy wybiegiem: 1s • jazdy z załączonym napędem: 2,5s
a_{minSB} - minimalne opóźnienie [m/s^2] rozwiniętego pełnego hamowania służbowego		**TAK** / 1,3 m/s^2
T_{maxEB} - maksymalny czas zwłoki rozwinięcia hamowania awaryjnego tj. czas potrzebny układom pociągowym od otrzymania komendy hamowania do osiągnięcia wartości opóźnienia a_{minEB}	**TAK / 1,5s**	**TAK /** **C**zym niższy tym większa przepustowość. Wartość optymalna do uzgodnienia z producentem systemu.
a_{minEB} - minimalne opóźnienie [m/s^2] rozwiniętego hamowania awaryjnego	**TAK / 1,2 m/s^2**	**TAK** / Czym wyższe tym większa przepustowość. Wartość optymalna do uzgodnienia z producentem systemu.
charakterystyka rozruchu F=f(v)		**TAK /** a_{min}=1,2m/s^2 (0-25km/h) $a_{śr_min}$= 0,6m/s^2 (0-85km/h)

18. Ze względu na realizację funkcji dojazdu do semafora wymagane jest zachowanie wymiarów pojazdów poruszających się po drugiej linii metra, w zakresie:

- odległość L_{ant} musi zawierać się w przedziale 1,5m – 2,5m,
- odległość L_{ovr} musi być nie większa niż 3m, przy czym nie może być mniejsza niż $L_{ant,}$
- odległość L1 nie może przekraczać 115,5m i nie może być mniejsza niż:

  114,0m dla L_{ant} = 2,5m

  112,5m dla L_{ant} = 1,5m .



Rys 3.5 - Wymiary krytyczne pojazdu ze względu realizacji funkcjonalności SOP-3.

Szczegóły wymagań dotyczących wymiarów pojazdu, muszą zostać ustalone z producentem systemu na etapie realizacji zamówienia.

3.7 Dane techniczne systemu SOP-3

• sposób przekazywania informacji tryb CBTC	ciągły, dwukierunkowy za pomocą szyfrowanej transmisji radiowej
• sposób przekazywania informacji tryb ATC..	ciągły, jednokierunkowy tor-pojazd za pomocą umieszczonego w torze obwodu przewodowego
- modulacja:……	FSK (0 log - 37,2 kHz 1 log - 36,0 kHz)
- prędkość transmisji ……	1200 bit/sek
- długość telegramu ……	47 lub 37 bitów
- odstęp Hamminga ……	dmin=4
• zasada bezpieczności.....	dwa niezależne kanały sprzętowe przetwarzania informacji porównywane w bezpiecznym komparatorze
• stopnie ograniczania prędkości	15 stopni (w przypadku odbioru telegramów z części stacjonarnej systemu SOP-3): 0n, 0p, 20, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70,

75, 80, 85 km/h
lub 6 stopni (w przypadku odbioru telegramów z części stacjonarnej systemu SOP-2W):
0, 20, 35, 58, 76, 85 km/h

- prędkość jazdy bezpieczna..... 20 km/h
- sposób ograniczania prędkości ..... trzystopniowy:
  1-odłączenie napędu
  2-hamowanie służbowe
  3-hamowanie nagłe (awaryjne)
- źródło informacji..... obwody torowe, sygnalizatory, inne urządzenia ZRP
- zobrazowanie..... na pociągu: panel dotykowy LCD z zobrazowaniem sytuacji ruchowej i ograniczeń, lampki kontrolne
- rejestrator ..... wewnętrzny rejestrator zdarzeń dla części pojazdowej interfejs szeregowy; do pojazdowej jednostki rejestrującej tzw. „czarnej skrzynki" (współpraca z rejestratorem ATM stosowanym w Metrze Warszawskim)
- zasilanie na zaciskach kasety ELF-2..... 24 - 110 V DC +25%,
  72V DC (-30%, +25%)
  110V DC (-30%, +25%)
- pobór mocy..... 3,5A dla 24V DC
  1,17A dla 72V DC
  0,77A dla 110V DC
- wymiary (wys x szer x gł) ..... Wysokość: 265mm ±5mm
  Szerokość: 480mm ±5mm
  Głębokość min. (sama kaseta): 242mm ±5mm
  Głębokość maks. (kaseta ze złączami oraz modułami): 352mm ±5mm
  Należy uwzględnić wymagania producenta dotyczącej zasad montażu kasety
- EMC ..... normy, PN-EN 50 081-2, PN-EN 50 082-2, PN-EN 50 121, PN-EN50155
- Niezawodność:
  - MTBF (γ - procentowy czas między usterkami) > 25 000 godz.
  - MTTR..... ≤ 10 min.

- warunki klimatyczne
- temperatura pracy..... -40 ÷ +70 °C
- wilgotność względna ..... 90% przy 50°C
- Bezpieczeństwo:

  Poziom integralności SIL-4 zgodnie z normami CENELEC : PN-EN 50129, PN-EN 50128, PN-EN-50126

Dla podsystemu ATO:

- Dokładność regulacji prędkości ……. ±1 km/h
- Ograniczenia prędkości zadane przez maszynistę .. 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 85km/h
- Szarpnięcia < 1m/s^3
- Opóźnienie na poziomym odcinku toru..... minimum 0,9 m/s^2

  Uwaga:

  Zgodnie z dokumentem „wymagania techniczne dla nowych pojazdów metra parametry hamowania (na płaskim torze przy suchych szynach):

  służbowego (mieszanego) max 1,3 m/s^2

  awaryjnego (pneumatycznego) max 1,4 m/s^2

  max. służbowego elektrycznego min. 1,18 m/s^2
- Dokładność utrzymania czasu jazdy …….. 0 / +5 s
- Skok korekcji czasu jazdy …… co 5 s
- Zakres korekcji czasu jazdy ……. ±5 min (możliwość rozszerzenia)
- Możliwa liczba linii w mapie trasy ……... maks. 8
- Możliwa liczba stacji na linii …… maks. 50 (możliwość *rozszerzenia)*

3.8 Wymagania dodatkowe

1. W ramach zaoferowanej ceny Wykonawca dostarczy stanowisko diagnostyczne do sprawdzania poprawności działania systemu SOP na dostarczanych Pojazdach. Stanowisko to powinno zawierać co najmniej:
   - dwie kompletne kasety SOP wraz z instalacją antenową symulujące system w dwóch kabinach pojazdu,
   - komputer symulujący jednostkę centralną pojazdu,
   - dwa komplety elementów współpracujących z systemem SOP w kabinie maszynisty,
   - interfejsy dające możliwość odwzorowania i odczytu wszystkich sygnałów wpływających na pracę systemu SOP na pojeździe,
   - niezbędne testery.

W zakresie odpowiedzialności Wykonawcy należy właściwy dobór zastosowanych elementów oraz opracowanie instrukcji stanowiska diagnostycznego. Wykonawca zobowiązany jest do aktualizacji oprogramowania stanowiska diagnostycznego w czasie trwania rękojmi.

2. W ramach zaoferowanej ceny Wykonawca przeszkoli pracowników Zamawiającego w zakresie zaawansowanej obsługi oraz serwisu oferowanych urządzeń systemu SOP. Szczegółowy zakres szkoleń dla systemu Wykonawca określi w ofercie, przy czym zawartość tych szkoleń musi zawierać wszelką niezbędną wiedzę, potrzebną do samodzielnego usuwania usterek systemów przez Zamawiającego. Szkolenia muszą być autoryzowane przez producenta sprzętu. Uczestnicy szkolenia powinni otrzymać certyfikat potwierdzający odbycie szkolenia. Szkolenia muszą odbyć się przed rozpoczęciem testów odbiorczych.
3. W ramach zaoferowanej ceny Wykonawca dokona autoryzacji serwisu Zamawiającego w zakresie zastosowanych na pojazdach urządzeń systemu SOP. Szczegółowy zakres autoryzacji serwisu Wykonawca określi w ofercie, autoryzacja powinna jednak upoważniać do samodzielnego naprawiania elementów systemu SOP w serwisie Zamawiającego.
4. W ramach zaoferowanej ceny Wykonawca dostarczy dokumentację (instrukcje, schematy) oraz oprogramowanie systemu, umożliwiające samodzielne usuwanie usterek systemu przez Zamawiającego .
5. Okres gwarancji na urządzenia, osprzęt i kable – 36 miesięcy od daty wprowadzenia pojazdu do eksploatacji.
6. Rękojmia – 36 miesięcy od daty wprowadzenia pojazdu do eksploatacji.
7. Dostarczone urządzenia muszą posiadać kartę gwarancyjną, w której określone będą: data rozpoczęcia okresu gwarancji, numer fabryczny, warunki gwarancji oraz termin gwarancji na dostarczone urządzenie oraz instrukcję obsługi w języku polskim. Instrukcja obsługi musi określać zakres i czasookres wymaganych zabiegów obsługi technicznej, tj. przeglądy okresowe i konserwacyjne oraz informacje dotyczące recyklingu i utylizacji likwidowanych urządzeń, które dostarczył Wykonawca.
8. W ramach zobowiązań gwarancyjnych Wykonawca jest zobowiązany co najmniej do następujących czynności:
   - naprawy lub wymiany przez Wykonawcę wadliwego elementu w oparciu o własny pakiet części zamiennych, ewentualnie dostawy i instalacji na własny koszt sprzętu zastępczego,
   - udzielenia Zamawiającemu telefonicznego wsparcia technicznego w zakresie obsługi oraz ewentualnych wad sprzętu i oprogramowania objętego gwarancją. W/w wsparcie będzie udzielane 24 (dwadzieścia cztery) godziny na dobę przez 7 (siedem) dni w tygodniu, 365 dni w roku,

9. Sposób świadczenia serwisu gwarancyjnego. Usługi serwisowe będą wykonywane w miejscu instalacji urządzeń lub oprogramowania tj. na pojazdach eksploatowanych przez Zamawiającego.
10. Zamawiający wymaga, aby w okresie gwarancji serwis obejmował dostarczenie aktualizacji oprogramowania i wsparcie producenta przy rozwiązywaniu problemów z bieżącą eksploatacją systemu i oprogramowania.
11. Wykonawca zobowiązuje się do zapewnienia, w terminie nie później niż 6 miesięcy od daty złożenia zlecenia przez Zamawiającego, dostaw wszystkich części zamiennych i wyposażenia specjalistycznego do Pojazdów stanowiących Przedmiot Zamówienia w okresie 30 lat od Daty Zakończenia Realizacji Przedmiotu Zamówienia. Dostawy przedmiotowych części po okresie rękojmi i gwarancji będą przedmiotem odrębnych postępowań o udzielenie zamówienia.

4 BSK- SYSTEM IDENTYFIKACJI POJAZDU I MASZYNISTY

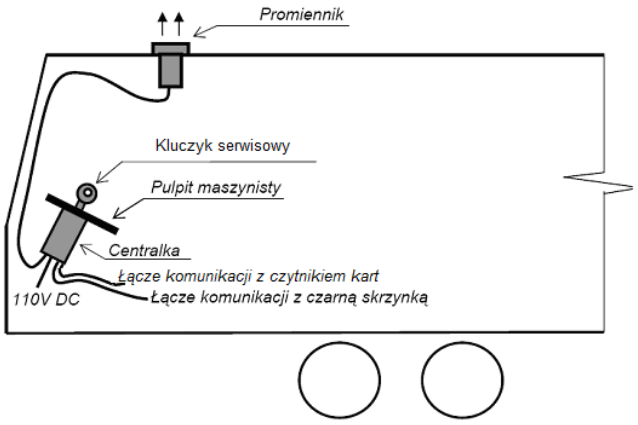
System służy do bezwzględnej identyfikacji taboru w zdefiniowanych punktach linii metra. Identyfikator pojazdu i pracującego maszynisty jest transmitowany do naziemnej instalacji BSK i wprowadzany do systemu WT ZSiKD w celu identyfikacji pojazdów.

Wymagane jest, aby system identyfikował numer maszynisty na podstawie informacji uzyskanej z czytnika kart stosowanych w systemie kontroli dostępu (SKD) w Metrze Warszawskim Sp. z o.o. Informacja przekazywana z czytnika SKD do centralki BSK musi być zgodna z protokołem stosowanym w systemie BSK oraz musi pozwolić na jednoznaczną identyfikację maszynisty przez elementy zabudowane w infrastrukturze metra.

4.1 Budowa

Nadajnik BSK składa się z dwóch elementów:

1. Centralka
2. Promiennik



Rys 4.1 - Szkic nadajnika zamontowanego w wagonie.

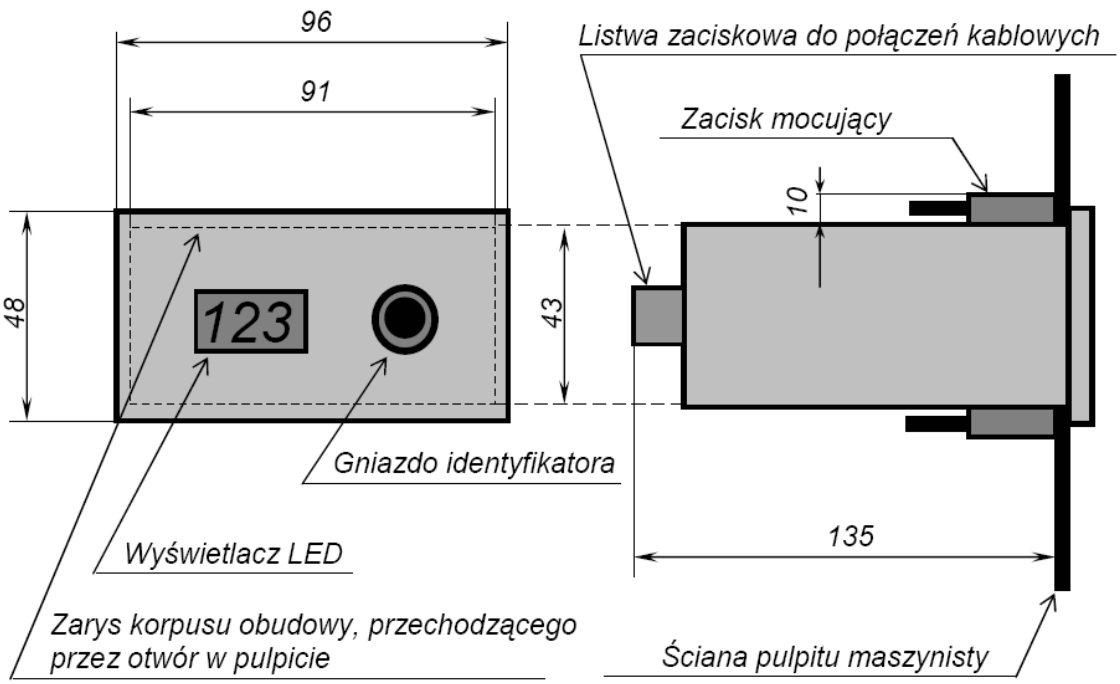
4.2 Instalacja elementów w wagonie

4.2.1 Instalacja centralki

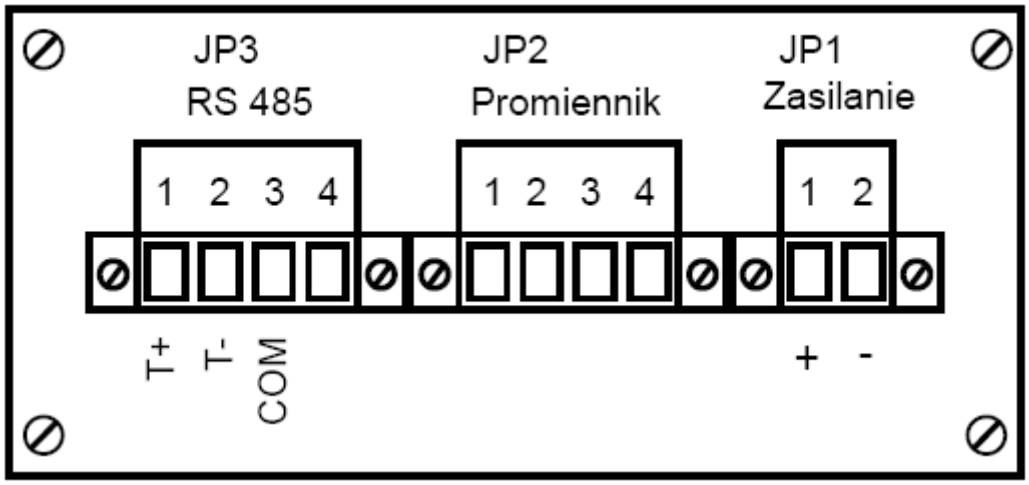
Lokalizacja – pulpit maszynisty. Obudowa centralki jest przystosowana do montażu w prostokątnym otworze wyciętym w ścianie pulpitu (Rys. 4.2). Obudowę mocuje się poprzez wsunięcie jej w otwór od strony kabiny maszynisty i zablokowanie zaciskami montowanymi od tyłu.

Połączenia kablowe (wszystkie przewody dołączane są do centralki poprzez standardowe zaciski śrubowe):

- Zasilanie 110V DC
- Ekranowany kabel z dwiema parami skręcanymi min 0.3 mm2 do promiennika
- Ekranowany kabel z dwiema parami skręcanymi min 0.3 mm2 do czarnej skrzynki



Rys 4.2 - Szkic zamocowania centralki na pulpicie maszynisty.



Rys 4.3 - Rozmieszczenie sygnałów na zaciskach centralki (widok od tyłu obudowy).

Rys. 4.3 pokazuje rozmieszczenie sygnałów na zaciskach centralki. Zaciski są pogrupowane w następujące złącza:

JP1 - Złącze zasilania.

JP2 - Złącze promiennika – należy wykonać połączenie pomiędzy zaciskami o tych samych numerach w centralce i promienniku za pomocą przewodu opisanego wcześniej

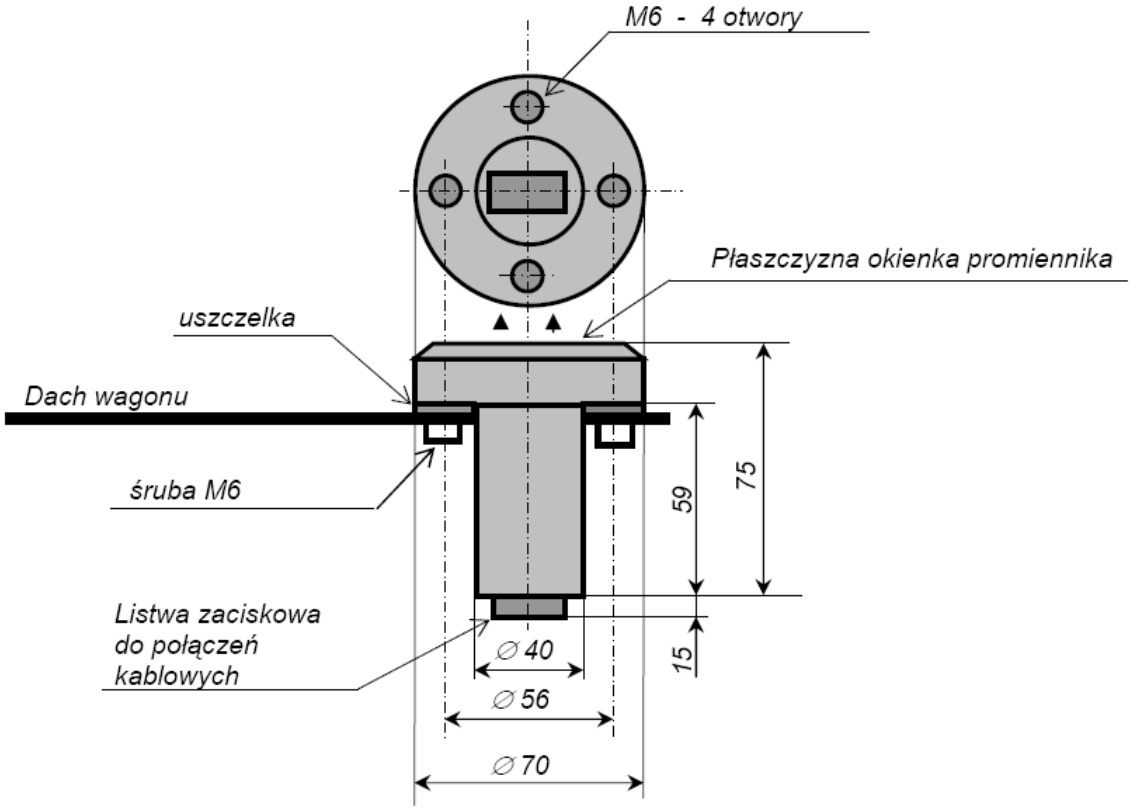
JP3 - Złącze RS 485 - przeznaczone do komunikacji z komputerem pokładowym pociągu.

Złącza należy zabezpieczyć przed samoistnym rozłączeniem poprzez dokręcenie wkrętów umieszczonych po bokach zacisków przewodów. Po zaciśnięciu przewodów w zaciskach należy wiązki umocować mechanicznie do obudowy centralki lub pulpitu wagonu w celu zapobieżenia przerwania odizolowanych końcówek na skutek zginania.

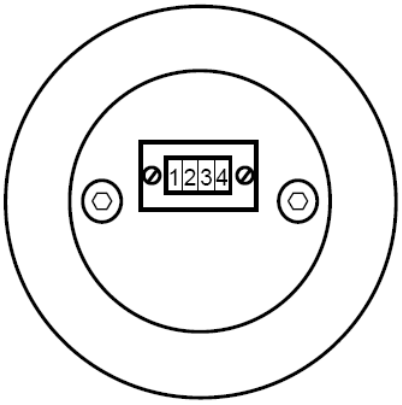
4.2.2 Instalacja promiennika

Lokalizacja – dach wagonu.

Promiennik musi być zamocowany dokładnie w osi symetrii wagonu **(dopuszczalna odchyłka 40 cm)**, na poziomej części dachu (płaszczyzna okienka promiennika musi być pozioma – dopuszczalna odchyłka od poziomu **- 10°** w osi wagonu i **5°** w kierunku prostopadłym do osi). Promiennik montuje się poprzez wsunięcie od zewnątrz w otwór wywiercony w dachu wagonu i dokręcenie od wewnątrz czterech śrub M6 (Rys. 4.4).



Rys 4.4 - Szkic zamocowania promiennika w dachu wagonu.



Rys. 4.5. Rozmieszczenie sygnałów na zaciskach promiennika - widok od strony złącza.

Złącze należy zabezpieczyć przed samoistnym rozłączeniem poprzez dokręcenie wkrętów umieszczonych po bokach zacisków przewodów. Po zaciśnięciu przewodów w zaciskach należy wiązkę umocować mechanicznie do obudowy promiennika w celu zapobieżenia przerwania odizolowanych końcówek na skutek zginania

4.3 Parametry techniczne

Napięcie zasilania:	110V DC ±50%
Pobór mocy:	max 10 W
Zakres temperatur pracy:	
W tunelu	+5 ÷ +30 °C
Na powierzchni krótkotrwale ok. 10min	-35 ÷ +40 °C
Wilgotność względna:	
W tunelu	do 80% przy 25°C
Na powierzchni	Klimat umiarkowany, opady atmosferyczne nieregularne w czasie i wielkości

4.4 Wymagania dodatkowe

1. W ramach zaoferowanej ceny Wykonawca dostarczy stanowisko diagnostyczne do sprawdzania poprawności działania systemu BSK na dostarczanych Pojazdach. Stanowisko to powinno zawierać co najmniej:
   - kompletny zestaw centralki BSK oraz promiennika,
   - urządzenia umożliwiające odczyt stosowanych w metrze kart kontroli dostępu,
   - niezbędne testery.

   W zakresie odpowiedzialności Wykonawcy należy właściwy dobór zastosowanych elementów oraz opracowanie instrukcji stanowiska diagnostycznego. Wykonawca zobowiązany jest do aktualizacji oprogramowania stanowiska diagnostycznego w czasie trwania rękojmi.
2. W ramach zaoferowanej ceny Wykonawca przeszkoli pracowników Zamawiającego w zakresie zaawansowanej obsługi oferowanych urządzeń systemu BSK. Szczegółowy zakres szkoleń dla każdego systemu Wykonawca określi w ofercie, przy czym zawartość tych szkoleń musi zawierać wszelką niezbędną wiedzę, potrzebną do samodzielnego usuwania usterek systemów przez Zamawiającego. Szkolenia muszą być autoryzowane przez producenta sprzętu. Uczestnicy szkolenia powinni otrzymać certyfikat potwierdzający odbycie szkolenia. Szkolenia muszą odbyć się przed rozpoczęciem testów odbiorczych
3. Okres gwarancji na urządzenia, osprzęt i kable – 36 miesięcy od daty wprowadzenia do eksploatacji pojazdu.
4. Rękojmia – 36 miesięcy od daty wprowadzenia do eksploatacji pojazdu.
5. Dostarczone urządzenia muszą posiadać kartę gwarancyjną, w której określone będą: data rozpoczęcia okresu gwarancji, numer fabryczny, warunki gwarancji oraz termin gwarancji na dostarczone urządzenie oraz instrukcję obsługi w języku polskim. Instrukcja obsługi

musi określać zakres i czasookres wymaganych zabiegów obsługi technicznej, tj. przeglądy okresowe i konserwacyjne oraz informacje dotyczące recyklingu i utylizacji likwidowanych urządzeń, które dostarczył Wykonawca

6. W ramach zobowiązań gwarancyjnych Wykonawca jest zobowiązany co najmniej do następujących czynności:
   - naprawy lub wymiany przez wykonawcę wadliwego elementu w oparciu o własny pakiet części zamiennych, ewentualnie dostawy i instalacji na własny koszt sprzętu zastępczego,
   - udzielenia Zamawiającemu telefonicznego wsparcia technicznego w zakresie obsługi oraz ewentualnych wad sprzętu i oprogramowania objętego gwarancją.
7. Sposób świadczenia serwisu gwarancyjnego. Usługi serwisowe będą wykonywane w miejscu instalacji urządzeń lub oprogramowania tj. na pojazdach eksploatowanych przez Zamawiającego.
8. Zamawiający wymaga, aby w okresie gwarancji serwis obejmował dostarczenie aktualizacji oprogramowania i wsparcie producenta przy rozwiązywaniu problemów z bieżącą eksploatacją systemu i oprogramowania.
9. Wykonawca zobowiązuje się do zapewnienia, w terminie nie później niż 6 miesięcy od daty złożenia zlecenia przez Zamawiającego, dostaw wszystkich części zamiennych i wyposażenia specjalistycznego do Pojazdów stanowiących Przedmiot Zamówienia w okresie 30 lat od Daty Zakończenia Realizacji Przedmiotu Zamówienia. Dostawy przedmiotowych części po okresie rękojmi i gwarancji będą przedmiotem odrębnych postępowań o udzielenie zamówienia.

5 BIBLIOGRAFIA

[1] METRO WARSZAWSKIE Sp. z o.o.: „Program Zastosowań Funkcjonalnych”, WARSZAWA, wrzesień 2008.

[2] Program Funkcjonalno-Użytkowy (PFU) z września 2008 r. dla projektowania i budowy drugiej linii metra od stacji „Rondo Daszyńskiego” do stacji „Dworzec Wileński” w Warszawie.

[3] Program Funkcjonalno-Użytkowy (PFU) „Budowa II linii metra w Warszawie, w tym: odcinek zachodni - od stacji „Księcia Janusza” do istniejącej stacji „Rondo Daszyńskiego” w Warszawie.

[4] Program Funkcjonalno-Użytkowy (PFU) „Budowa II linii metra w Warszawie, I etap realizacji odcinka wschodniego-północnego- od szlaku za stacją C15 „Dworzec Wileński” do torów odstawczych za stacją „Trocka”.

[5] Digilab sp. z o.o. - Dokumentacja techniczno ruchowa nadajnika BSK-200k, Warszawa, 05.09.2007.

[6] Bombardier Transportation ZWUS sp. z o.o.- DTR-2011/SOP-3 wersja 0/2, System SOP-3 Część pojazdowa. Wersja 0.

[7] Bombardier Transportation ZWUS sp. z o.o.- DTR-2011/SOP-3 wersja 0/1, System automatycznego prowadzenia pociągu SOP-3. Wersja 0. Część stacjonarna.

[8] Materiały firmy Kontron East Europe sp. z o.o.