

Komunikacja radiowa pojazd – infrastruktura

Typowe i rozszerzone możliwości wykorzystania

Tomasz Szczypek
Dyrektor Działu Wdrożeń i Innowacji ZUE S.A.

KONGRES MOBILNOŚCI 2025

Kraków, 8-10 października

X SYGNALIZACJA ŚWIETLNA 2025

VII INNOWACYJNY TRAMWAJ 2025

VI BUSPASY 2025

III PARKOWANIE 2025

www.konferencjespecjalistyczne.pl

- Schemat i wymagania komunikacji radiowej krótkiego zasięgu
- Zastosowania standardowe (sterowanie zwrotnic)
- Funkcje dodatkowe i możliwe zastosowania
 - Sygnalizacja (priorytet, detekcja, ograniczenie prędkości)
 - Śledzenie pojazdów (tunele, zajezdnie, identyfikacja)
 - Informacje dla systemów informacji pasażerskiej i znaków zmiennej treści
 - Zwiększanie poziomu SIL urządzeń infrastruktury
 - Systemy mijanek i przejazdów
 - Pomiary prędkości, zliczanie pojazdów
- Rozwiązanie praktyczne

KONGRES MOBILNOŚCI 2025

Kraków, 8-10 października

X SYGNALIZACJA ŚWIETLNA 2025

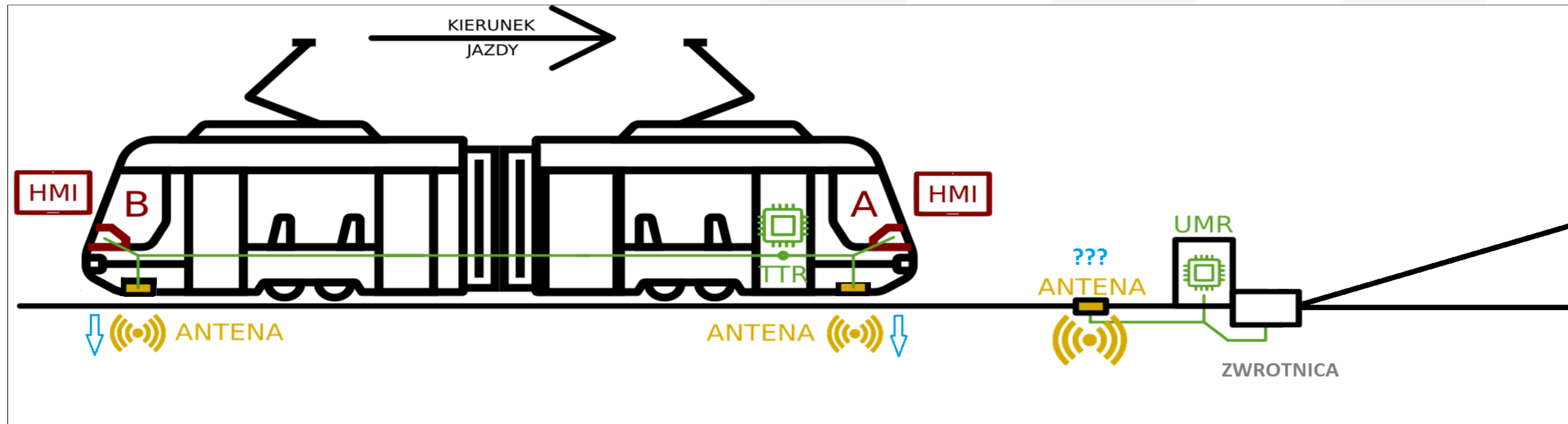
VII INNOWACYJNY TRAMWAJ 2025

VI BUSPASY 2025

III PARKOWANIE 2025

www.konferencjespecjalistyczne.pl

Urządzenia do komunikacji radiowej krótkiego zasięgu pojazd - infrastruktura



TTR

Tramwajowy Terminal Radiowy. Moduł zarządzający komunikacją radiową prowadzoną przez tramwaj. Współpracuje z panelami użytkownika (HMI) i antenami oraz komputerem pokładowym.

HMI

Panel użytkownika. Urządzenie z ekranem dotykowym o dużej jasności służące do komunikacji pomiędzy kierującym pojazdem i TTR. Umożliwia logowanie, wybór trasy, zdalne lub ręczne sterowanie urządzeniami infrastruktury i obsługę TTR.

UMR

Uniwersalny Moduł Radiowy. Element przeznaczony do zabudowy w urządzeniach infrastruktury. Realizuje komunikację radiową z pojazdami za pomocą anten w torowisku i pojazdach

ANTENY

Uniwersalne transceivery radiowe służące do nawiązania bezpiecznej komunikacji

KONGRES MOBILNOŚCI 2025

Kraków, 8-10 października

X SYGNALIZACJA ŚWIETLNA 2025

VII INNOWACYJNY TRAMWAJ 2025

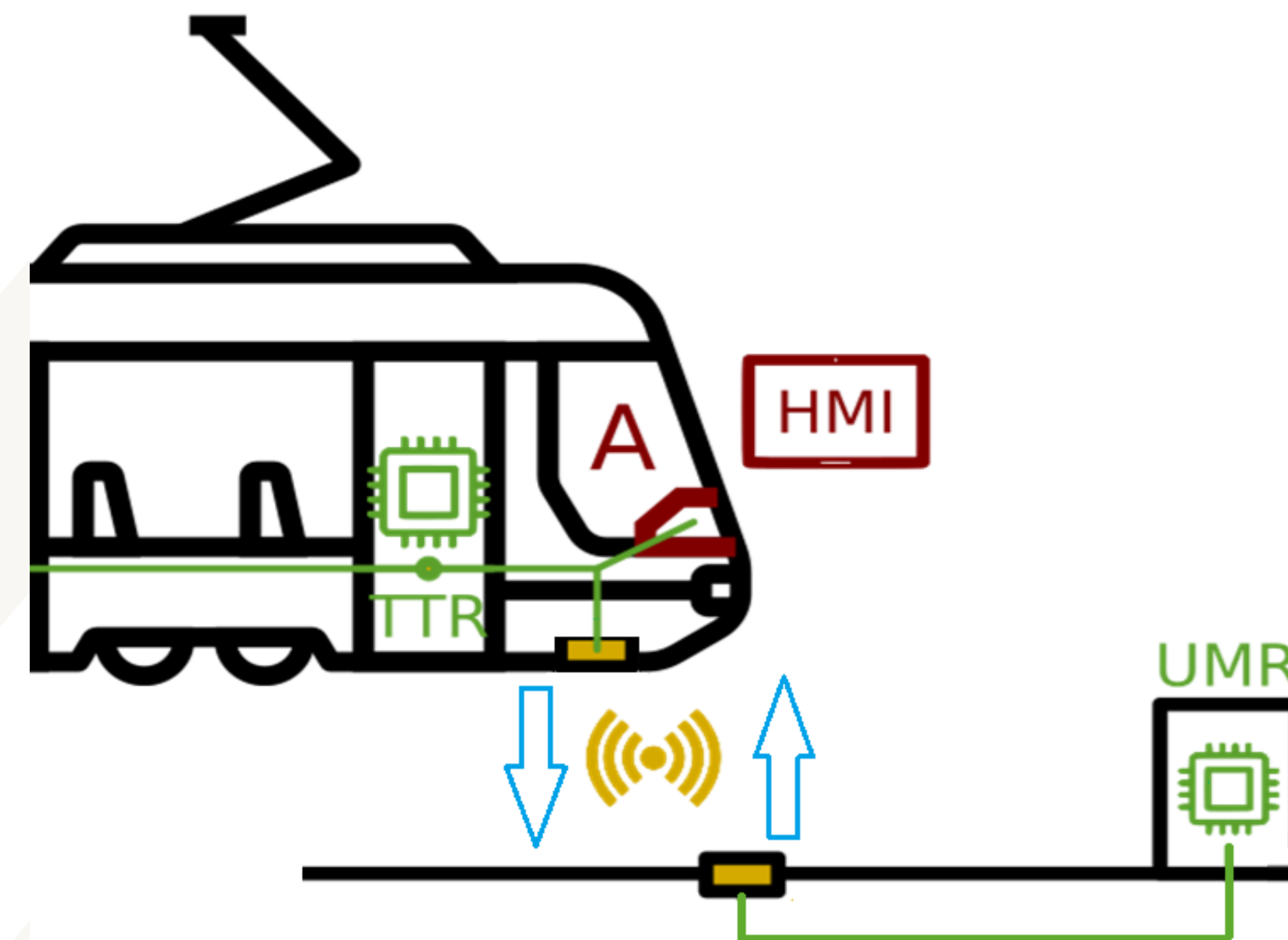
VI BUSPASY 2025

III PARKOWANIE 2025

www.konferencjespecjalistyczne.pl

Dwukierunkowa wymiana danych Master-Slave

- Antena urządzenia infrastruktury np. zwrotnicy (Slave) oczekuje na pojawienie się próby komunikacji ze strony pojazdu
- Pojazd (Master) w trakcie jazdy wysyła komunikaty identyfikujące
- Po napotkaniu anteny urządzenia infrastruktury następuje próba uwierzytelnienia i nawiązania komunikacji
- Zestawienie połączenia pozwala na przekazanie poleceń do urządzenia infrastruktury oraz uzyskanie statusu wykonania lub przestanie żądanych informacji
- Wynik komunikacji prezentowany jest na ekranie kierującemu pojazdem (potwierdzenie lub status błędu) oraz logowany w modułach TTR i UMR
- Możliwe jest uzupełnienie komunikacji o dodatkowe informacje określone przez użytkownika



KONGRES MOBILNOŚCI 2025

Kraków, 8-10 października

X SYGNALIZACJA ŚWIETLNA 2025

VII INNOWACYJNY TRAMWAJ 2025

VI BUSPASY 2025

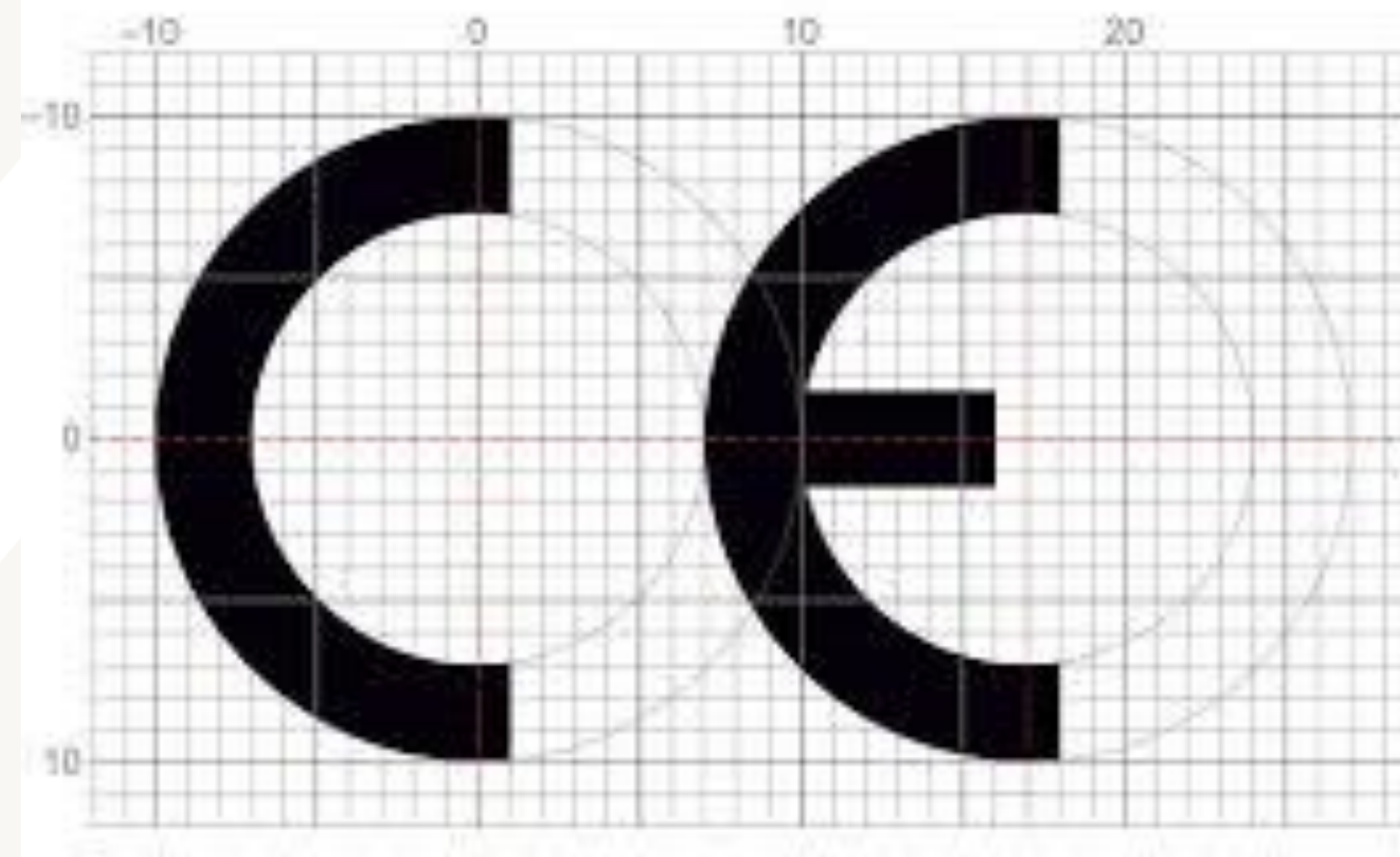
III PARKOWANIE 2025

www.konferencjespecjalistyczne.pl

Niezbędne i pożądane cechy systemów radiowych

- Spełnianie norm wymaganych dla montażu w pojazdach i urządzeniach infrastruktury
- Dwukierunkowa wymiana danych (2,4 GHz *)
- Szyfrowanie komunikacji radiowej - bezpieczeństwo transmisji
- Bezpieczeństwo informatyczne (cyberbezpieczeństwo: dyrektywy NIS2)
- Brak interferencji i odporność na zakłócenia od innych systemów pojazdu/otoczenia
- Możliwość przesyłania dodatkowych informacji użytkownika
- Standardowe interfejsy do komunikacji z pojazdem i urządzeniami
- Integracja z pojazdem – ujednolicenie interfejsu, dodatkowe funkcje, odciążenie prowadzącego (REST API, fizyczne IO, interfejsy + oprogramowanie)
- Otwarte standardy dla współpracy z otoczeniem (pojazd/infrastruktura)

* Częstotliwość preferowana na rynku w Polsce



KONGRES MOBILNOŚCI 2025

Kraków, 8-10 października

X SYGNALIZACJA ŚWIETLNA 2025

VII INNOWACYJNY TRAMWAJ 2025

VI BUSPASY 2025

III PARKOWANIE 2025

www.konferencjespecjalistyczne.pl

Funkcje panelu użytkownika

- Logowanie kierującego do systemu sterowania
- Wybór numeru linii, brygady oraz trasy tramwaju, kierunku jazdy
- Przejazd trasy w trybie automatycznym – zwrotnice ustawiane są zgodnie z zapisem wybranej trasy
- Przejazd w trybie ręcznym – zwrotnice przestawiane ręcznie przez kierującego za pomocą przycisków ekranowych lub fizycznych
- Możliwość integracji z komputerem pojazdu (wyświetlanie informacji na ekranie systemowym, wspólne logowanie do pojazdu i sterowania)
- Potwierdzenie rozkazów przyjętych przez zwrotnicę
- Informacje o stanie zwrotnicy (np. oczekuje na wykonanie rozkazu – zajęta przez poprzedni tramwaj)



KONGRES MOBILNOŚCI 2025

Kraków, 8-10 października

X SYGNALIZACJA ŚWIETLNA 2025

VII INNOWACYJNY TRAMWAJ 2025

VI BUSPASY 2025

III PARKOWANIE 2025

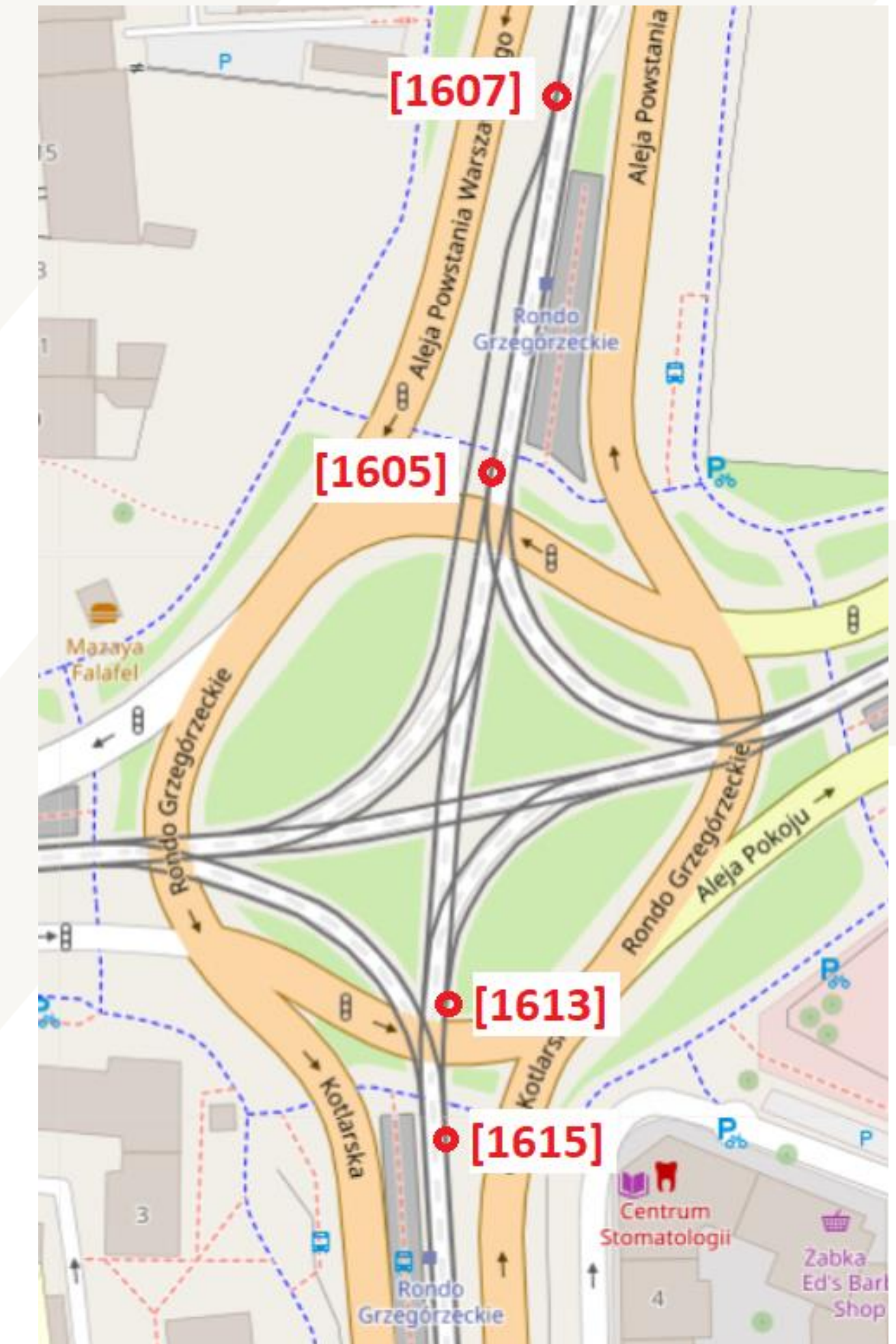
www.konferencjespecjalistyczne.pl

Jazda automatyczna - przygotowanie trasy

- Na podstawie planu przejazdu linii tramwajowej przez poszczególne węzły i skrzyżowania określone są numery zwrotnic, które powinny być przełożone we właściwych kierunkach
- Dla linii nr 50 i węzła Rondo Grzegórzeckie są to odpowiednio:
Trasa Borek Fałęcki – Krowodrza Górka:
Zwrotnica 1615ysterowana w prawo
Zwrotnica 1613ysterowana w lewo
Trasa Krowodrza Górka – Borek Fałęcki:
Zwrotnica 1607ysterowana w lewo
Zwrotnica 1605ysterowana w prawo
- Po określeniu schematu sterowania dla całej trasy informacje te są programowane do modułów TTR pojazdów

TRASA PRZEJAZDU I PRZYSTANKI LINII 50

- Borek Fałęcki
- 1' ● Borek Fałęcki I
- 2' ● Solvay
- 4' ● Łagiewniki SKA
- 5' ● Sanktuarium Bożego Miłosierdzia
- 7' ● Turowicza
- 8' ● Kurdwanów P+R
- 9' ● Kurdwanów P+R
- 10' ● Witosza
- 11' ● Nowosądecka
- 12' ● Piaski Nowe
- 14' ● Dauna
- 16' ● Bieżanowska
- 17' ● Kabel
- 20' ● Dworzec Płaszów Estakada
- 22' ● Lipska
- 23' ● Gromadzka
- 25' ● Kuklińskiego
- 26' ● Klimeckiego
- 27' ● Zabłocie
- 31' ● Rondo Grzegórzeckie
- 33' ● Rondo Mogiłskie
- 35' ● Dworzec Główny Tunel
- 36' ● Politechnika
- 38' ● Dworzec Towarowy
- 40' ● Szpital Narutowicza
- 41' ● Bratysławska
- 43' ● Krowodrza Górka



KONGRES MOBILNOŚCI 2025

Kraków, 8-10 października

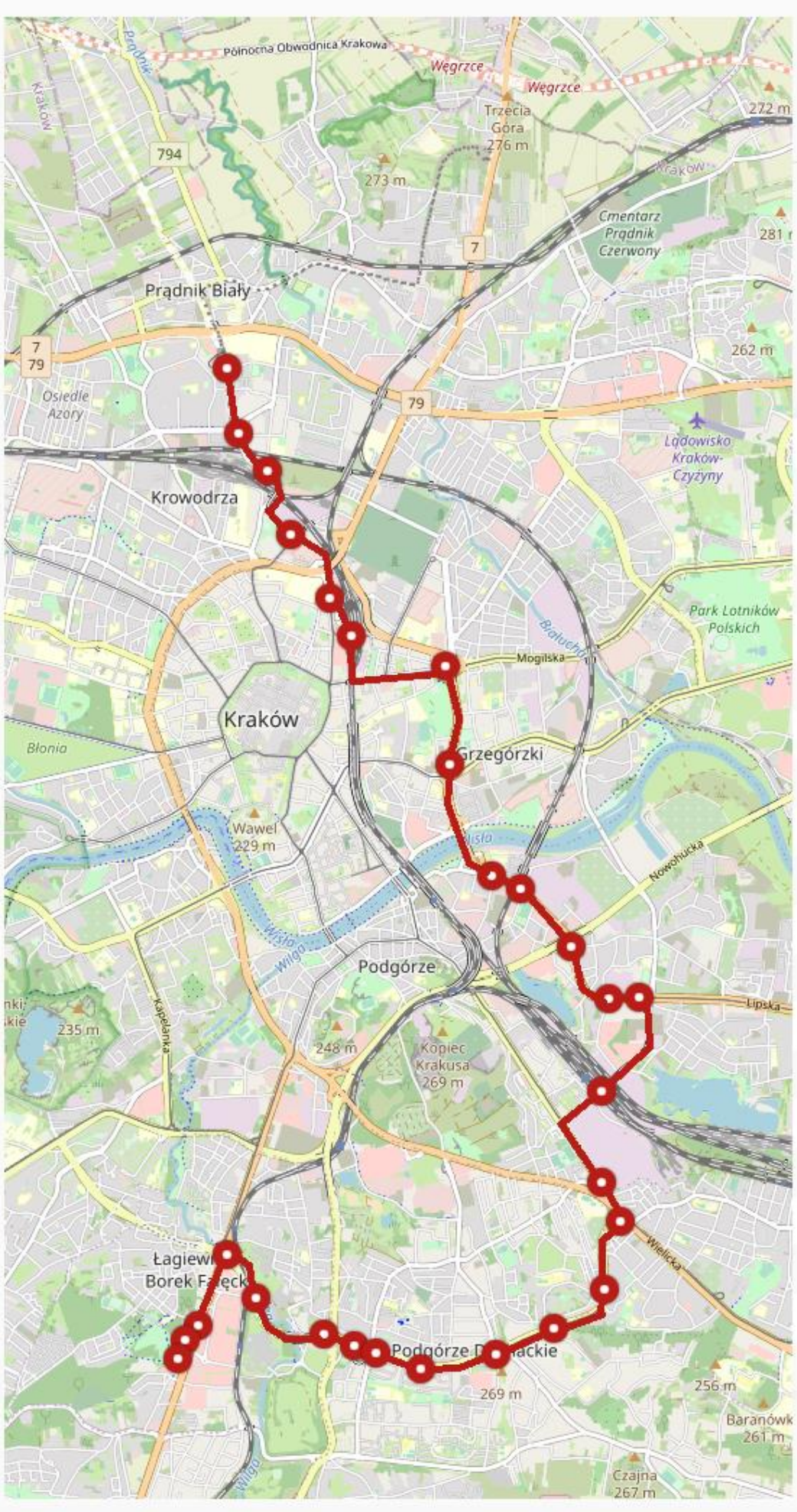
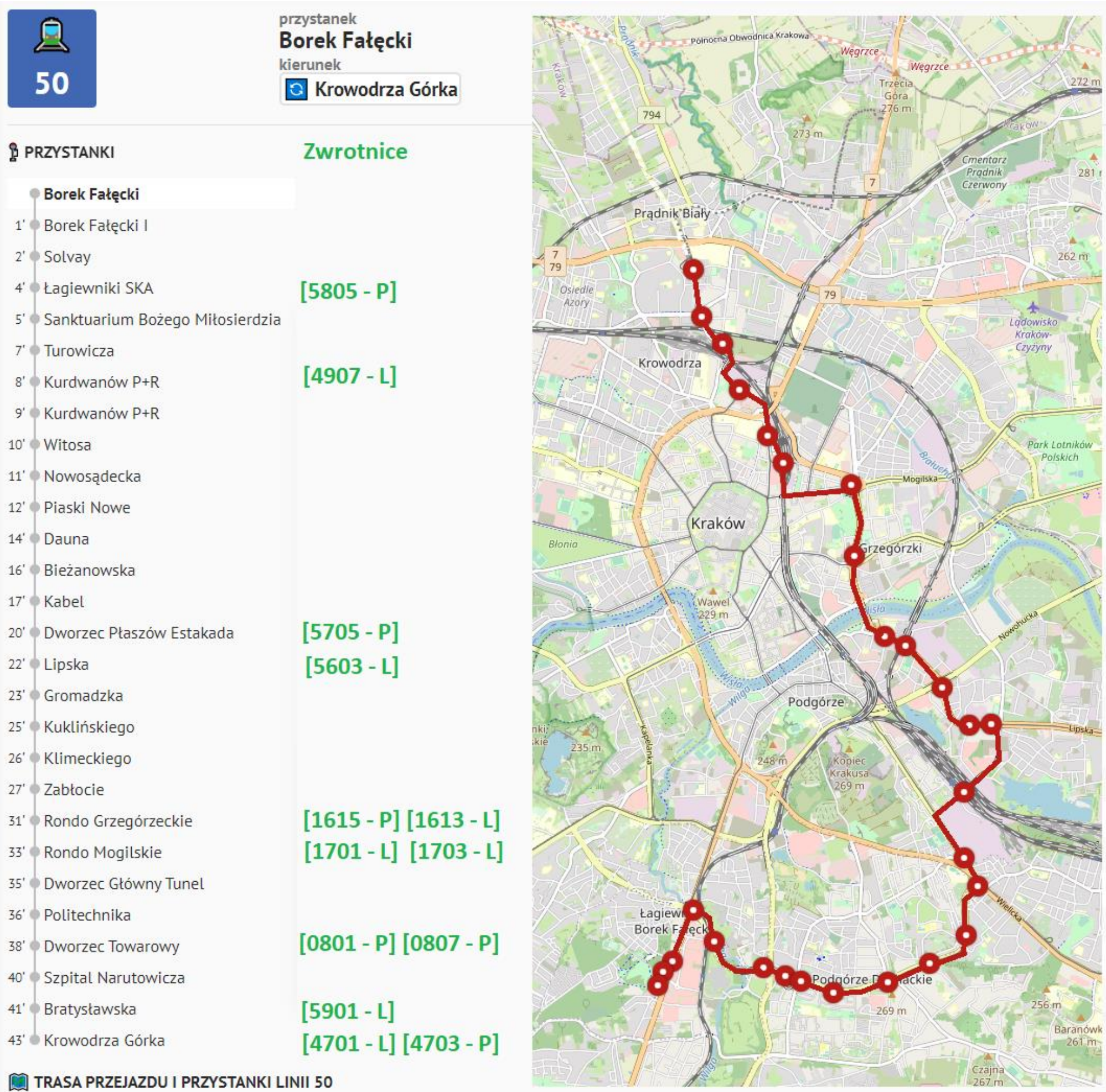
X SYGNALIZACJA ŚWIETLNA 2025

VII INNOWACYJNY TRAMWAJ 2025

VI BUSPASY 2025

III PARKOWANIE 2025

www.konferencjespecjalistyczne.pl



KONGRES MOBILNOŚCI 2025

Kraków, 8-10 października

X SYGNALIZACJA ŚWIETLNA 2025

VII INNOWACYJNY TRAMWAJ 2025

VI BUSPASY 2025

III PARKOWANIE 2025

Dostępne na rynku systemy komunikacji radiowej pojazd – infrastruktura zależnie od producenta wyposażone są (lub mogą być) w szereg dodatkowych funkcjonalności i potencjalnych zastosowań.

Atrakcyjność wdrożenia funkcji dodatkowych polega na tym, że urządzenia radiowe występują już w systemie sterowania zwrótnicami i wystarczy skorzystać z ich danych lub doposażyć system aby uzyskać zupełnie nowe możliwości.

Funkcje dodatkowe, to w dużej mierze odpowiednie wykorzystanie istniejącej komunikacji radiowej dla osiągnięcia dodatkowych funkcjonalności.

Należy pamiętać, że urządzenia radiowe przeznaczone są do przekazywania informacji. Przy zastosowaniach wspierających układy sterowania, zabezpieczeń czy sygnalizacji nie można bazować wyłącznie na informacji udostępnianej przez system komunikacji radiowej.



KONGRES MOBILNOŚCI 2025

Kraków, 8-10 października

X SYGNALIZACJA ŚWIETLNA 2025

VII INNOWACYJNY TRAMWAJ 2025

VI BUSPASY 2025

III PARKOWANIE 2025

www.konferencjespecjalistyczne.pl

Sygnalizacja

- Detekcja tramwajów w określonych miejscach – zapewnienie priorytetu obsługi stosownie do realizowanej trasy
- Sterowanie mijankami jednotorowymi (*)
- Wspomaganie zabezpieczenia przejazdów drogowych (*)
- Budowa nietypowych układów sterowania i sygnalizacji (*) (rozległe węzły komunikacyjne, przystanki końcowe bez pętli, przeploty międzytorowe)
- Wyświetlanie informacji o ograniczeniu prędkości dla tramwaju na sygnalizatorach i/lub pulpicie pojazdu (**)



(*) W połączeniu z urządzeniami odpowiedniej klasy bezpieczeństwa

(**) Przy integracji z komputerem pokładowym pojazdu

KONGRES MOBILNOŚCI 2025

Kraków, 8-10 października

X SYGNALIZACJA ŚWIETLNA 2025

VII INNOWACYJNY TRAMWAJ 2025

VI BUSPASY 2025

III PARKOWANIE 2025

www.konferencjespecjalistyczne.pl

Śledzenie pojazdów

- Identyfikacja tramwajów na terenie zajezdni i miejsc obsługi
- Wspomaganie lokalizacji pojazdów w przestrzeniach podziemnych (brak GPS)
- Aktywacja informacji pasażerskiej na peronach i dworcach
- Sterowanie znaków zmiennej treści
- Zliczanie pojazdów



KONGRES MOBILNOŚCI 2025

Kraków, 8-10 października

X SYGNALIZACJA ŚWIETLNA 2025

VII INNOWACYJNY TRAMWAJ 2025

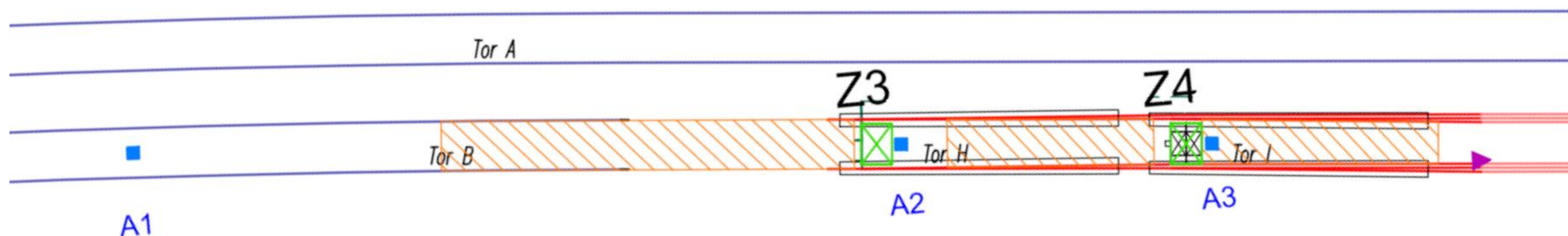
VI BUSPASY 2025

III PARKOWANIE 2025

www.konferencjespecjalistyczne.pl

Podnoszenie poziomu bezpieczeństwa i wydajności sterowania zworotnic

- Dodatkowa informacja diagnostyczna dla sterownika zworotnicy (anten A2 i A3) – możliwość osiągnięcia w połączeniu z obwodami torowymi i czujnikami w napędach zworotnic wyższego poziomu SIL całego systemu sterowania
- Nadzorowanie urządzeń radiowych przez sterownik zworotnicy (diagnostyka, logi) – podejście typu FailSafe
- Rozwiązanie z potencjałem zwiększenia prędkości przejazdu przez rozjazd
- Możliwość bardziej precyzyjnego określenia średniej prędkości przejazdu



KONGRES MOBILNOŚCI 2025

Kraków, 8-10 października

X SYGNALIZACJA ŚWIETLNA 2025

VII INNOWACYJNY TRAMWAJ 2025

VI BUSPASY 2025

III PARKOWANIE 2025

www.konferencjespecjalistyczne.pl

System RSKI

ZUE S.A. wdrożyła i certyfikowała system komunikacji radiowej klasy pojazd – infrastruktura o nazwie handlowej RSKI.

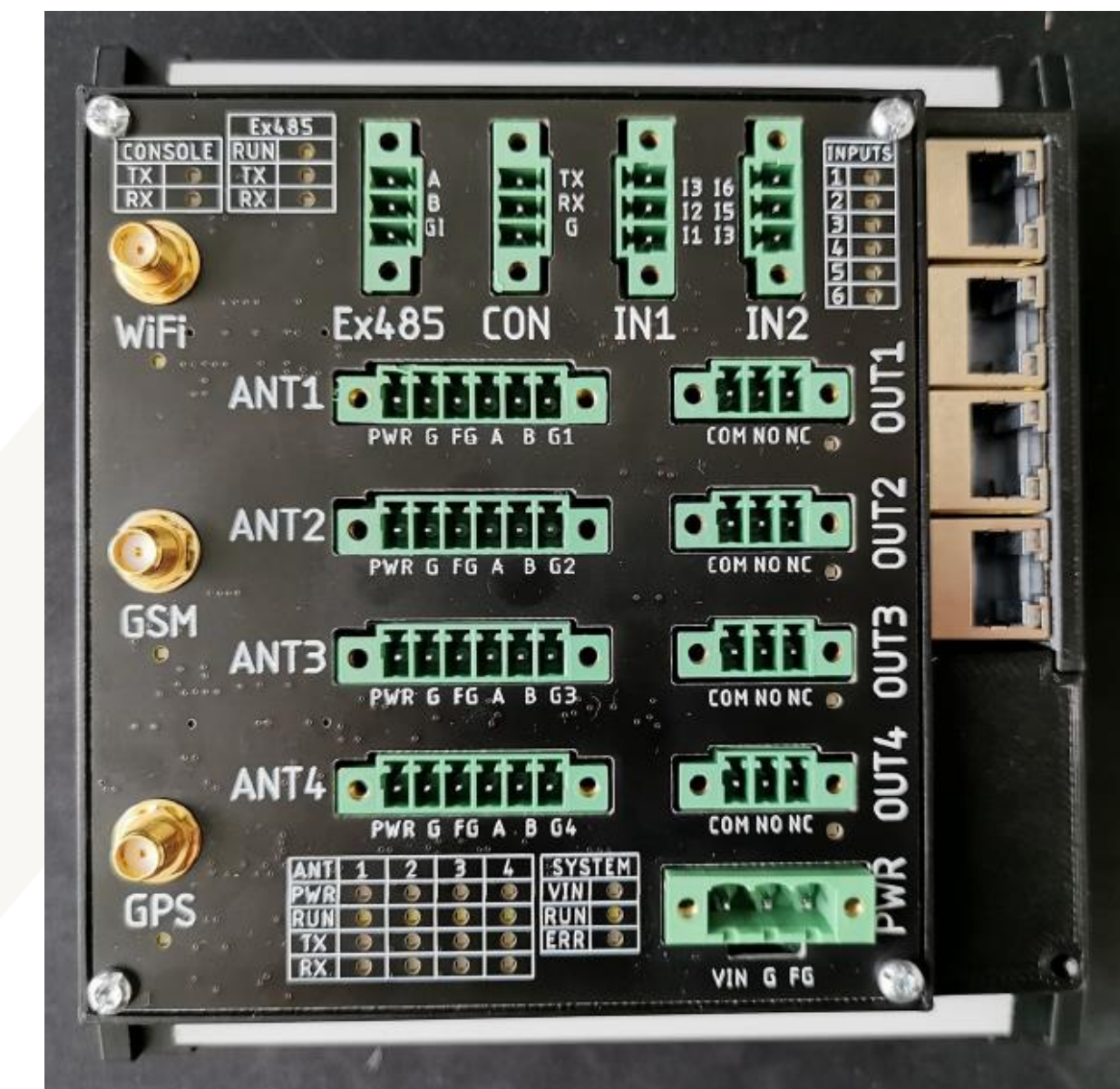
Jest to kompletne rozwiązanie obejmujące urządzenia i oprogramowanie o funkcjonalnościach opisanych wyżej.

Badania i testy urządzeń przeprowadzono w Instytucie Kolejnictwa w zakresie wymagań dla urządzeń kolejowych.

Przeprowadzony cykl badań obejmował między innymi:

- Kompatybilność elektromagnetyczną
- Odporność klimatyczną
- Palność
- Odporność na wibracje
- Zakłócenia radiowe

Uzyskane wyniki pozwalają instalować nasze produkty w nowoczesnych pojazdach tramwajowych i infrastrukturze szynowej.



KONGRES MOBILNOŚCI 2025

Kraków, 8-10 października

X SYGNALIZACJA ŚWIETLNA 2025

VII INNOWACYJNY TRAMWAJ 2025

VI BUSPASY 2025

III PARKOWANIE 2025

www.konferencjespecjalistyczne.pl

- Systemy radiowej komunikacji pojazd - infrastruktura posiadają duży potencjał niewykorzystanych możliwości
- Część funkcji dodatkowych można osiągnąć niewielkim nakładem środków
- Podejście systemowe do kwestii sterowania i komunikacji infrastruktury z pojazdem może być źródłem dodatkowej synergii rozwiązań

Dziękuję za uwagę.

Tomasz Szczypek

Dyrektor Działu Wdrożeń i Innowacji

tel. +48 661771704

email: t.szczypek@zue.krakow.pl

KONGRES MOBILNOŚCI 2025

Kraków, 8-10 października

X SYGNALIZACJA ŚWIETLNA 2025

VII INNOWACYJNY TRAMWAJ 2025

VI BUSPASY 2025

III PARKOWANIE 2025

www.konferencjespecjalistyczne.pl