

Sławomir Nalewajka od 40 lat związany z automatyką kolejową. W latach 1984-1993 projektant urządzeń automatyki w CBPBBK Kolprojekt a następnie ABB (później ADtranz, Bombardier) Rail Engineering. Jako inżynier a później manager odegrał kluczową rolę we wdrażaniu pierwszy komputerowych urządzeń srk – Ebilock850, EbiCab900, ERTMS na sieci PLK. W latach 2003-2022 Prezes Zarządu Bombardier Transportation (ZWUS) Polska, Bombardier Transportation Polska oraz Alstom Polska kluczowego dostawcy urządzeń automatyki. Obecnie Prezes Zarządu Rail Engineering czołowego biura projektów automatyki kolejowej, które wdrażało wszystkie nowe technologie srk (od Ebilock'a do ERTMS L2) na sieci PKP PLK.

Czy urządzenia automatyki to tylko drogi gadżet do dzisiejszych inwestycji kolejowych?

Aspekty automatyki kolejowej

Sławomir Nalewajka

Szeroko zakrojony proces inwestycji kolejowych i debata na temat przyszłości kolei jest nierozzerwalnie związana z urządzeniami automatyki kolejowej, które szerokie grono postrzega jako kwiatek do kożucha, elektroniczny gadżet do torów, trakcji czy obiektów inżynierskich.

W poniższym artykule postanowiłem przedstawić aspekty automatyki kolejowej jako wprowadzenie do systemu sterowania ruchem oraz ewolucję tych urządzeń – od prostych urządzeń zabezpieczenia do autonomicznych pojazdów, a może i sztucznej inteligencji.

Urządzenia srk stanowią jeden z najistotniejszych elementów systemu kolejowego. Dawno przestały być urządzeniami zabezpieczenia ruchu, a stały się podstawowym elementem bezpieczeństwa, efektywności, punktualności ruchu pojazdów szynowych. Dzisiaj stanowią istotny element nie tylko infrastruktury kolejowej (w tym metra), ale również pojazdów (urządzenia pokładowe).

W trakcie procesu przetargowego oraz realizacji projektów emocje budzi **koszt zabudowy** urządzeń automatyki. Wszyscy zadają pytanie:

- dlaczego to takie drogie

- dlaczego marże na urządzeniach automatyki muszą być wyższe niż w innych branżach?

Aby choć w części odpowiedzieć Państwu na te pytania, postaram się wyjaśnić czym są i jak powstają dzisiejsze urządzenia automatyki....

O czym jest ten artykuł – ta prezentacja:



O systemie technicznym, którego celem jest zapobieganie kreatywnej skłonności Homo Sapiens do popełniania znanych mu błędów

Proces prowadzenia ruchu związany jest z wielką energią czyli potencjalnie z olbrzymimi konsekwencjami !!!

- Aby całkowicie zahamować pociąg kolei dojazdowej jadący z pełną prędkością wykorzystując do tego siłę ludzi potrzeba byłoby około 20 000 ludzi
- Energia takiego pociągu odpowiada około 530 samochodom jadącym z prędkością 90 km/h
- Pociąg jadący z prędkością 200 km/h porusza się prawie 55 metrów na sekundę



Wszyscy powtarzamy : „Jest dobry klimat dla kolei”

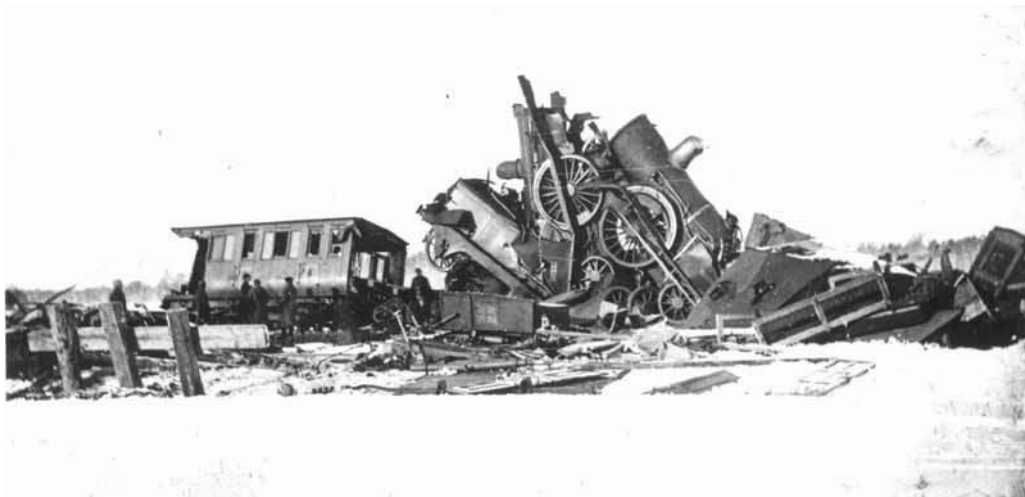
- Ciężkie ładunki codziennie kolej przewozi miliony ton ładunków, w tym ciężkich, ponadgabarytowych i niebezpiecznych
- Szybkie pociągi łączące największe aglomeracje – konkurencja dla średniodystansowego lotnictwa.

System kolejowy jest bardzo efektywny z punktu widzenia zużycia energii, bo „stal trąca o stal” ma bardzo małe tarcie ale także małej emisji CO²

Ale:

- To utrudnia start pojazdu
- A jeszcze bardziej jego hamowanie
-

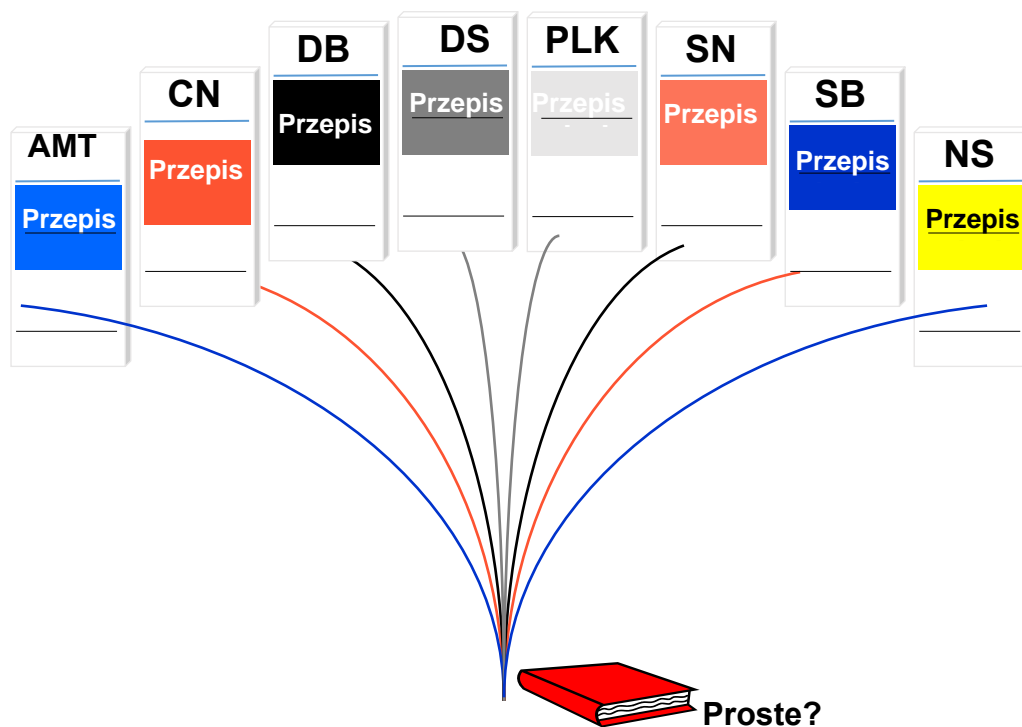
Proces prowadzenia ruchu - wygląda tak, jeśli nie jest odpowiednio sterowany



Proces prowadzenia ruchu - retrospektywa

- Kolej to prawdopodobnie unikalny środek transportu patrząc wstecz
 - Pierwsza lokomotywa parowa w 1804 roku
- The Rainhill Trials 1829 (Próby w Rainhill)
 - *Rocket* George Stephenson,
 - *Novelty* John Ericsson,
 - *Sans Pareil* Timothy Hackworth
- Pierwsze eksploatacje komercyjne
 - 1825 - Stockton-Darlington – przewozy towarowe
 - *Locomotion* George Stephenson
 - 1830 - Liverpool Manchester Railway - LM
 - Pierwsza linia InterCity, tj. przewozy pasażerskie i towarowe
- Pierwszy udokumentowany wypadek śmiertelny - 15 września, 1830 roku
 - William Huskisson w czasie ceremonii inauguracji LM
- Pierwszy na świecie Inspektorat Kolei – 1840 rok

Incydenty oraz wymogi techniczne i eksploatacyjne 180 lat indywidualnych doświadczeń-każda kolej (nawet w jednym kraju) ma swoje przepisy, instrukcje i przyzwyczajenia.



Proces prowadzenia ruchu - różnice operacyjne

- Kolej – często odnoszące się do poszczególnych krajów
 - Linie magistralne
 - Regionalne, podmiejskie, krótkie, dojazdowe, przemysłowe
- Transport miejski dzieli się na następujące aplikacje
 - Koleje podmiejskie
 - Metro
 - LRT – *Lekka kolej miejska*
 - Tramwaje – Nie jest wymagana automatyka kolejowa !
 - AGT – *Automated Guided Transport (pojazdy autonomiczne)*
- *Różne koncepcje operacyjne często mocno różnią się w zakresie norm technicznych oraz przepisów/ zasad prowadzenia ruchu.*
- Koncepcje te nie są zharmonizowane – ani na poziomie międzynarodowym, ani na narodowym

Charakterystyki poszczególnych biznesów

Różnice między taborem kolejowym/ elementami infrastruktury jak tory, trakcja, obiekty inżynieryjne , a systemami srk – wpływ na koszt rozwoju i utrzymania.



- Globalne rozwiązanie
- Opracowywane wewnątrz i sprzedawane w większości przypadków jako „istniejące” produkty
- Niewiele zewnętrznych interfejsów
- Każdy podsystem jest platformą
- > 90% sprzętu jest standardowe
- Dostawy seryjne
- Niewiele parametrów aplikacyjnych
- Kontrolowane opcje produktowe



- Kosztowne adaptacje rynkowe
- *Opracowane i adaptowane do istniejącej infrastruktury i istniejącego taboru*
- *Więcej zewnętrznych interfejsów*
- Platformy wykorzystywane w podsystemach
- *Duży zakres prac aplikacyjnych (inżynieria)*
- Każda dostawa jest unikalna
- *Tysiące parametrów aplikacyjnych*
- Dostawy dostosowane do indywidualnych wymagań Klienta
- *Dynamicznie zmieniające się komponenty software i hardware*

Proces prowadzenia ruchu - Środowisko srk

Odpowiedzmy sobie na pytanie : Dlaczego dostawcy branży srk, którzy odnoszą sukcesy w jednym kraju nie radzą sobie w innych?



- Nie chodzi o technologie, ani o możliwości w zakresie inżynierii
- Kluczowe elementy sukcesy
 - Rozumienie “tradycji”, tego, na czym polega bycie “miejscowym”
 - Priorytety, zaangażowanie i ukierunkowanie działań na dostosowanie do wymogów lokalnych
 - Mobilizacja i organizacja niezbędna do osiągnięcia sukcesu
 - Rosnące zapotrzebowanie na zarządzanie rozwiązaniami typu Total Transit Systems (kompleksowe systemy transportowe)
 - Innowacyjność i nastawienie

To wszystko powyższe jest związane z dużym kosztem barierą wejścia na rynek przy jednoczesnym ryzyku odniesienia sukcesu rynkowego.

Ale przejdźmy do teorii systemów sterowania...zrozummy jego istotę..

Proces prowadzenia ruchu - wymagania stawiane systemowi srk

- Główny wymóg
 - Odstęp między pociągami – tylko jeden pociąg w danym momencie w danej sekcji/na danym odcinku
 - Umożliwienie wysokiej przepustowości linii tj. dużo pociągów – wysokie prędkości
- Z tego wynikają
 - Wymagania w zakresie bezpieczeństwa – systemy „fail-safe” – bezpieczne w razie uszkodzenia czy błędu ludzkiego (dyżurny, maszynista...)
 - Wysoka funkcjonalność
 - Wysoka dostępność, niezawodność (skutki usterek widzimy w mediach kiedy ograniczenie ruchu pociągów, metra staje się „gwiazdą” doniesień medialnych ale i poważnym problemem społecznym

Tworzenie systemu srk

Zaczyna się od *analizy ryzyka*

- Analiza ryzyka polega na przewidywaniu prawdopodobnych i mniej prawdopodobnych kombinacji usterek i awarii ... i błędów ludzkich ... w celu zapobieżenia ich wystąpieniu lub złagodzenia ich skutków
- W końcu wypadki zdarzają się wtedy, gdy prawdopodobne zdarzenia wystąpią w bardzo nieprawdopodobnej kolejności



Częstą przyczyną powyższego są *słabości i brak umiejętności człowieka*

- **Usterki występują z powodu**
 - Braków w wiedzy/złego szkolenia
 - Braku doświadczenia
 - Niskiej motywacji
 - Braku wyobraźni
 - Niedbalstwa, niedopatrzenia
 - Lenistwa
 - Kreatywnej interpretacji przepisów bezpieczeństwa
- **Każdy może popełnić błąd**
 - Załoga pociągu:
 - Maszyniści i konduktorzy
 - Obsługa na stacji:
 - Zawiadowca stacji
 - Dyspozytor
 - Pracownicy zajmujący się manewrowaniem pociągów i naprawą
 - Projektanci, monterzy, osoby testujące i uruchamiające urządzenia
 - Kierownictwo
 - Poddostawcy (m.in. producenci komponentów w tym software, hardware)



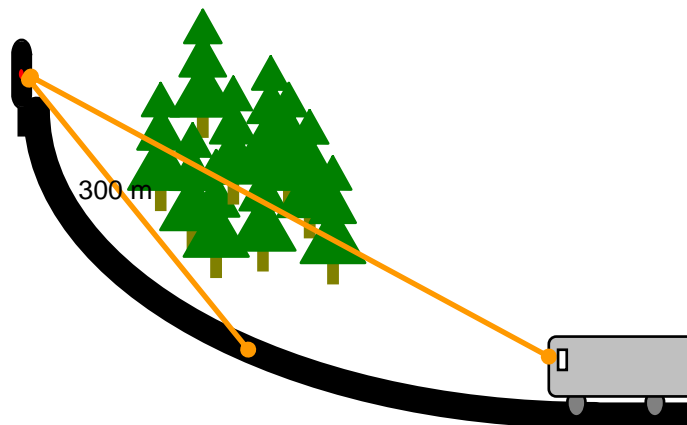
Istotne jest aby organizacja świadoma wagi bezpieczeństwa i potrafiła podjąć odpowiednie działania naprawcze

W przypadku incydentu, który może naruszać wymogi bezpieczeństwa

- Nie będziemy szukać kozłów ofiarnych
- Chcemy w pozytywny sposób identyfikować każdą słabą stronę
 - Na długo przed tym, zanim jakikolwiek incydent może mieć miejsce
- **PODEJMUJEMY DZIAŁANIA NAPRAWCZE**
- Zapobiegamy ponownemu wystąpieniu danego incydentu

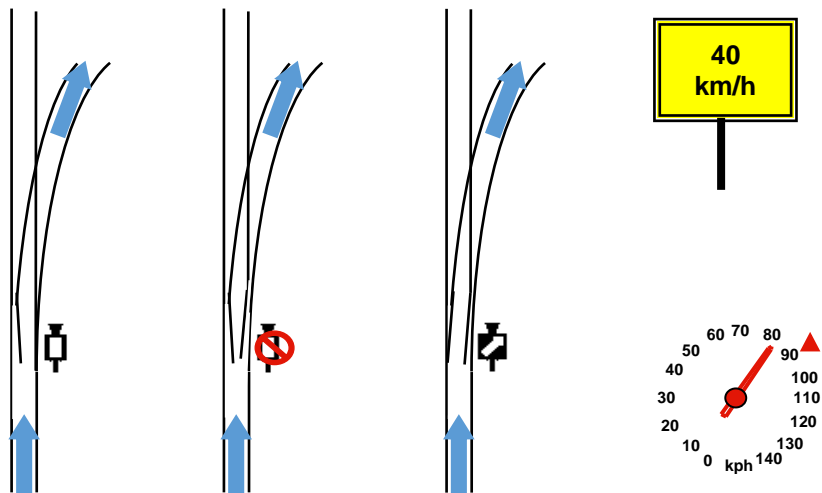
Przyjrzyjmy się podstawowym elementom tworzenie systemu srk

Kiedy widoczność jest „krótsza” niż droga hamowania... jak zapobiec najechaniu na poprzedzający pociąg?

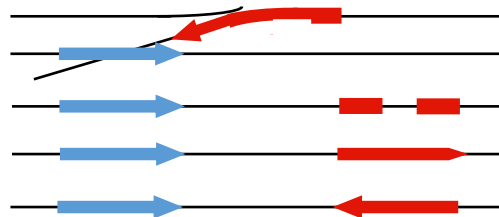


5 sytuacji wymagających zabezpieczenia

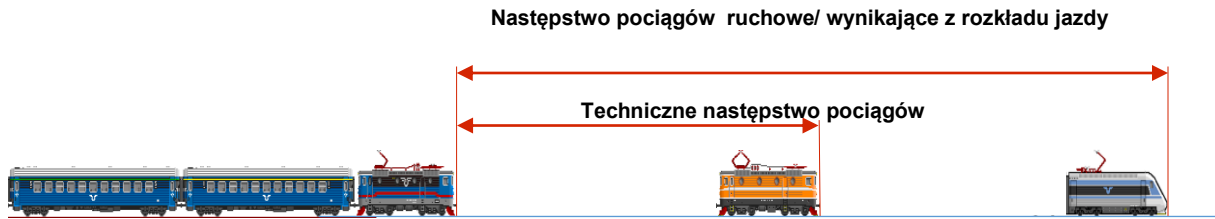
- Rozjazdy
 - Źle przestawiona zwrotnica
 - Położenie zwrotnicy nie jest zdefiniowane
 - Zwrotnica jest we właściwym położeniu, ale pociąg jedzie ze zbyt wysoką prędkością na torze zwrotnym



- Ochrona boczna
- Ruch po zajętych torze
- Ruch w tym samym kierunku
- Ruch w przeciwnym kierunku



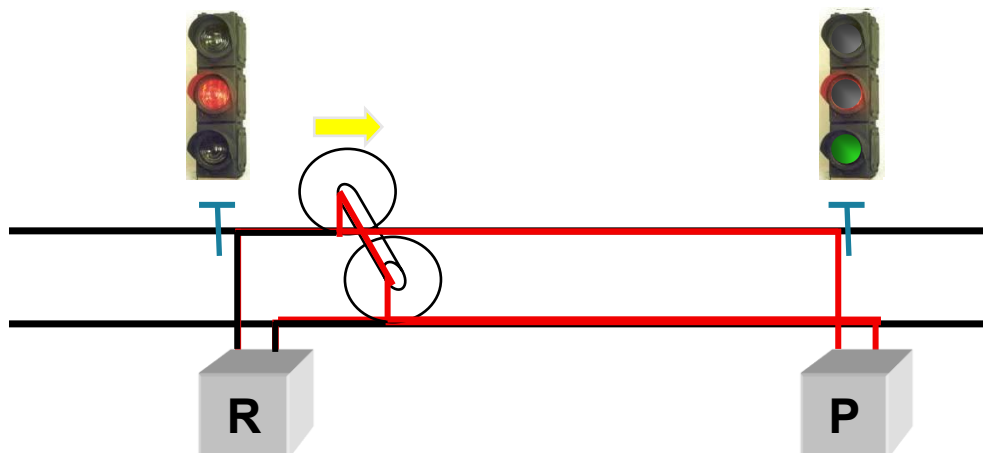
Możliwości i ograniczenia transportowe



- Dane o systemie:
 - infrastruktura
 - system sygnalizacji
 - pojazdy
- Blokada z odstępem stałym lub ruchomym, w oparciu o „najwolniej jadący pociąg”
- Technika jazdy
- Czynniki ludzkie
- Różne możliwości pociągów w zakresie hamowania/ przyspieszania
- Czynniki zakłóceń zewnętrznych
- Określone wymagania i ograniczenia w każdej części sieci kolejowej mające wpływ na tworzenie rozkładu jazdy

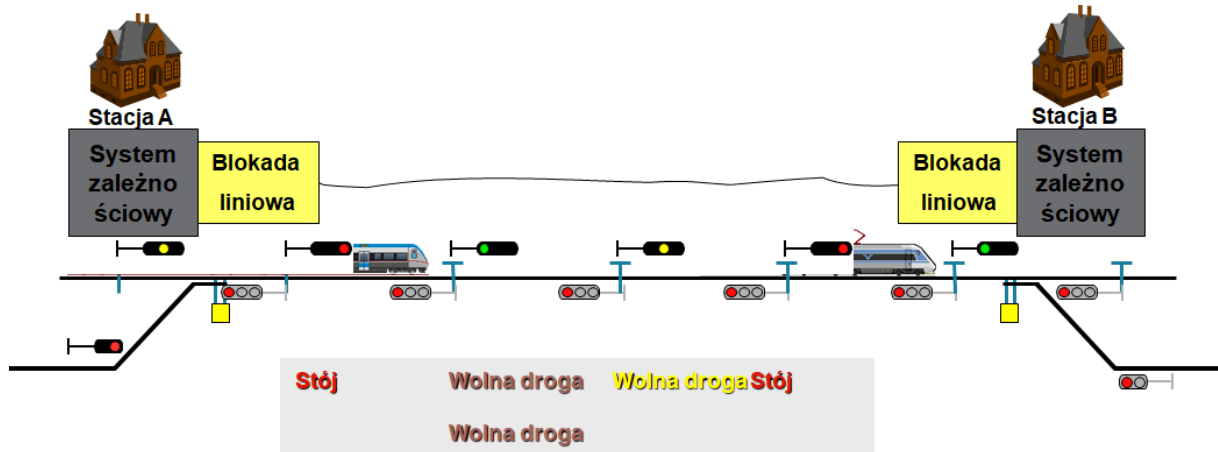
Obwody torowe – 1872

Jednym z kluczowych rozwiązań w dziedzinie sterowania było wynalezienie obwodu torowego, który pozwalał identyfikować pojazd na danym odcinku toru.

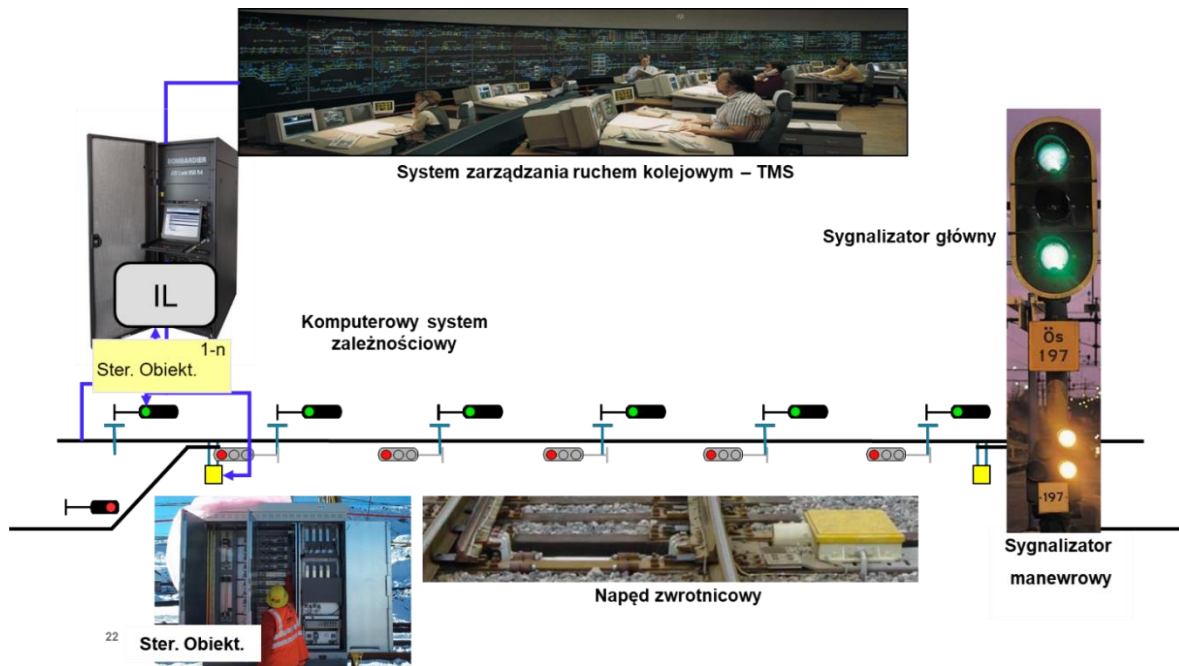


Samoczynna blokada liniowa

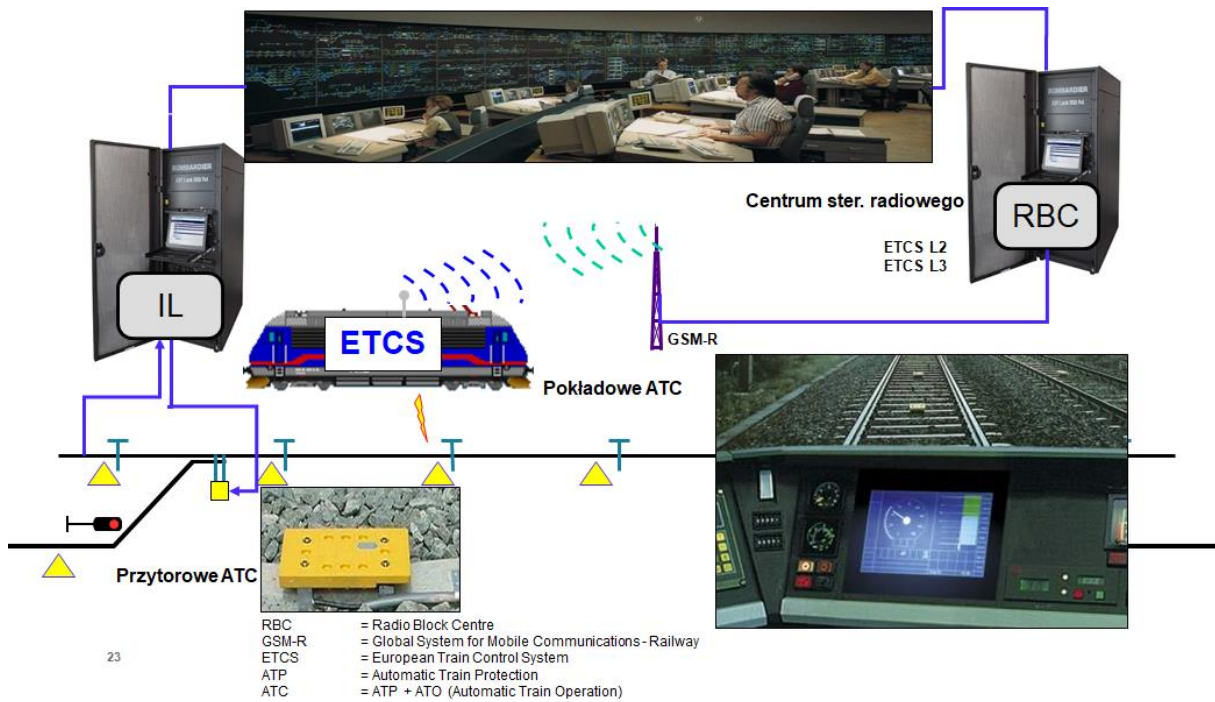
Odstęp między pociągami i w celu zapewnienia przepustowości przy zachowaniu bezpieczeństwa



System srk – kluczowe podsystemy

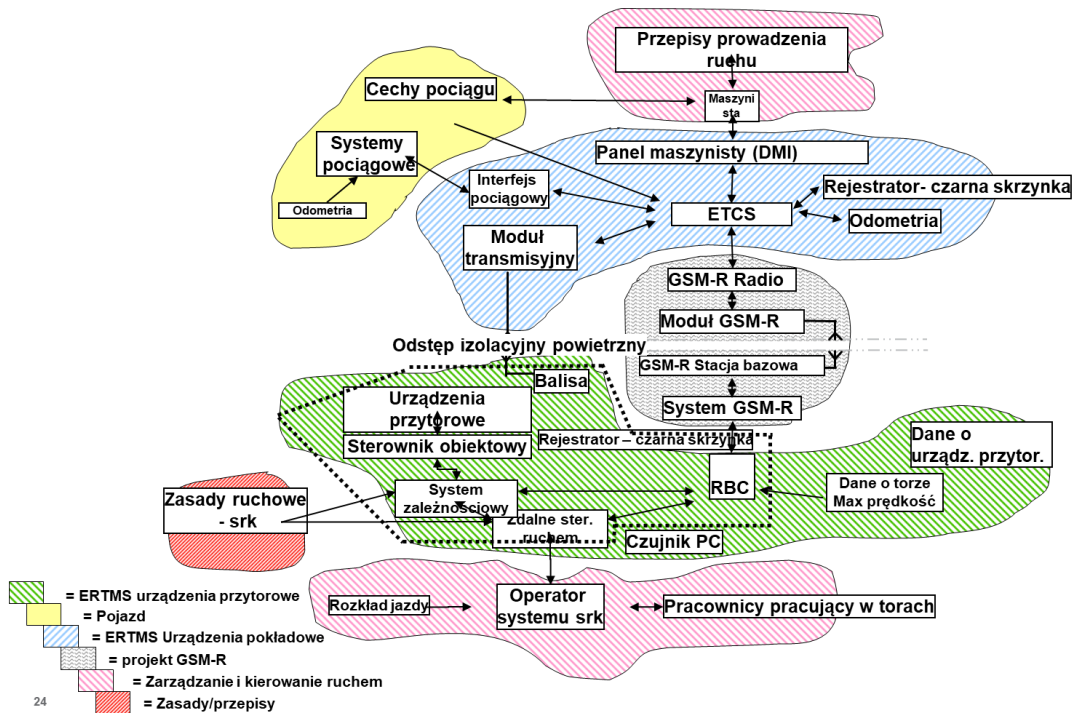


System srk rozszerzony o ATP/ERTMS



Granice systemu – interfejsy

Poniższy diagram pokazuje złożoność systemu srk i jego powiązań z innymi systemami i pojazdami.



Przy realizacji systemu sterowania ruchem kolejowym ważne jest **solidne przygotowanie – po stronie dostawcy i klienta**

Kluczowe decyzje

- Zakres kontraktu i zakresy odpowiedzialności?
- Jaki rodzaj kontraktu jest potrzebny?
- Jak chcemy zrealizować projekt?
- Kryteria oceny:
 - Czego trzeba, aby odnieść sukces w danym kontrakcie/ projekcie?
- Jak zakończymy projekt?
 - Proces odbiorów od początku projektu do jego końca, dokumenty końcowe
- 4 strony wymagań w zakresie funkcjonowania/osiągów lub 5000 wymagań w zakresie funkcjonalności?
- Czy wszyscy interesariusze „są na pokładzie”?
 - Wewnętrzni i zewnętrzni uczestnicy/udziałowcy procesu
- *Proces aprobat bezpieczeństwa*
 - Czy asesory bezpieczeństwa są uczestnikami procesu?

Wnioski

- Projekty dotyczące dostaw srk mają bardzo złożony charakter i są unikalne dla każdego projektu, w związku z szybkim rozwojem technologii otwarte na przyszłe modernizacje i funkcjonalność - czego nie wolno lekceważyć
- Nowoczesne systemy automatyki to bezpieczeństwo, efektywność, optymalizacja kosztów, punktualność a z czasem autonomiczne pojazdy sterowane poprzez sztuczną inteligencję.
- Ze względu na potencjalne konsekwencje (katastrofy, usterki) realizacja kontraktów powinna być zlecana sprawdzonym, certyfikowanym dostawcom
- Koszty przygotowania systemu dla każdego obiektu są wysokie ze względu na wskazane w tym artykule przyczyny (m.in. ciągły rozwój, adaptacje, interfejsy, bezpieczeństwo...)
- Kluczowe czynniki sukcesu są w efekcie powiązane z rygorystycznym planowaniem i realizacją projektu
 - Od zaproszenia do składania ofert, aż do zakończenia projektu i wprowadzenia wyrobu i ponad ten etap
- Urządzenia srk to w najbliższej przyszłości autonomiczne pojazdy, a może i sztuczna inteligencja zarządzająca systemem prowadzenia pojazdów.

Strony internetowe:

<ol style="list-style-type: none">1. www.europa.eu.int/comm/transport/rail/index_en.html2. www.europa.eu.int/scadplus/leg/sv/s13002.htm3. www.ertms.com4. www.era.eu.int5. www.railway-technology.com6. www.unife.org7. www.uic.asso.fr8. www.transport.bombardier.com9. www.rcsacademy.bombardier.com	<ol style="list-style-type: none">1. Unia Europejska - Departament ds. Energii i Transportu2. UE – streszczenia przepisów dotyczących transportu kolejowego3. Projekty ERTMS w toku4. European Rail Agency – Europejska Agencja Kolejnictwa5. Wyroby, organizacje, dostawcy, itd.6. UNIFE7. UIC8. Bombardier, Rail Control Solutions, ERTMS9. Bombardier, RCS Training Academy (Akademia Szkoleń RCS)
---	---