

## NOWE FUNKCJONALNOŚCI W SYSTEMACH STEROWANIA RUCHEM KOLEJOWYM – AUTOMATYCZNE NASTAWIANIE PRZEBIEGÓW POCIĄGOWYCH Z WYKORZYSTANIEM ROZKŁADU JAZDY (ANP RJ)

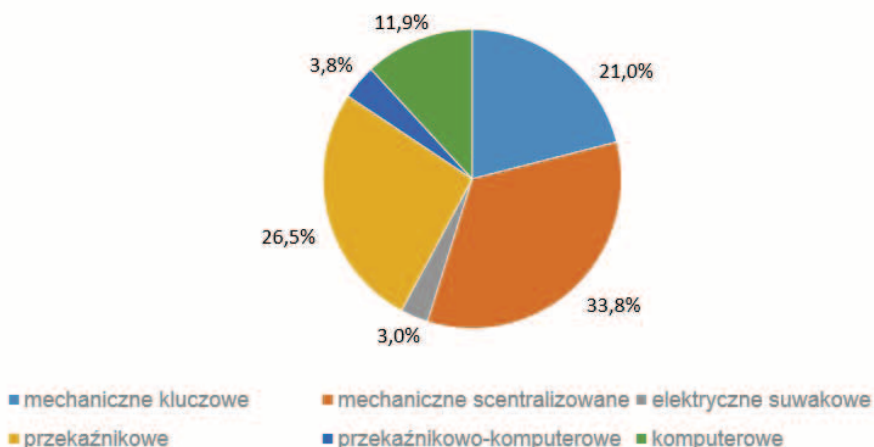
**Marek Białek**

mgr inż. Biuro Automatyki i Telekomunikacji Centrala PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. ul. Targowa 74, 03-734 Warszawa, marek.bialek@plk-sa.pl, tel. +48 22 473 2050

*Streszczenie.* W referacie scharakteryzowano obecnie stosowane w PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. rozwiązania techniczne wspomagające pracę dyżurnego ruchu przy układaniu dróg przebiegu dla jazd pociągowych. Przybliżono także nowe funkcjonalności w systemach sterowania ruchem kolejowym – Automatyczne Nastawianie Przebiegów z użyciem Rozkładu Jazdy pociągów (ANP RJ). Omówiono aktualny stan prac nad wprowadzeniem ANP RJ.

*Słowa kluczowe:* kierowanie i sterowanie ruchem kolejowym, srk, Automatyczne Nastawianie Przebiegów, ANP, ANP RJ

1. Aktualnie stosowane w PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. rozwiązania techniczne wspomagające pracę dyżurnego ruchu przy układaniu dróg przebiegu dla jazd pociągowych



Rys. 1. Okręgi nastawcze w poszczególnych rodzajach stacyjnych urządzeń srk na dzień 31.12.2019 r.

Obecnie prowadzenie ruchu kolejowego przez dyżurnych ruchu jest realizowane na stanowiskach wyposażonych w różne rodzaje stacyjnych urządzeń srk na łącznie 2 829 okręgach nastawczych, które sterują nastawianiem 45 284 zwrotnic przeliceńowych i 46 839 sygnalizatorów (wg stanu na dz. 31.12.2019 r.

Zakres dostępnych funkcjonalności wykorzystywanych na stanowiskach dyżurnych ruchu, w szczególności ich wpływ na ergonomię i wydajność pracy dyżurnego ruchu, wynika m.in. z rodzaju eksploatowanych urządzeń srk. Zróżnicowanie typów danego rodzaju urządzeń srk również może mieć wpływ na komfort pracy.

Urządzenia srk starszych rodzajów, w szczególności mechaniczne (kluczowe lub scentralizowane) są stosowane na posterunkach (okręgach nastawczych) o niższym natężeniu ruchu pociągów.

Zastosowanie urządzeń przekaźnikowo-komputerowych oraz komputerowych usprawnia pracę na posterunkach o większym natężeniu pociągów oraz pozwala na zdalne sterowanie innymi okręgami nastawczymi, m.in. z uwagi na wykorzystanie techniki komputerowej do zobrazowania ruchu pociągów i pulpitu sterującego w postaci komputera przemysłowego, monitorów LCD, klawiatury, myszy optycznej. Wg stanu na dz. 31.12.2019 r. funkcjonuje na sieci PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. łącznie 37 Centrów Sterowania LCS, 4 LCS z systemem srk dla linii o małym natężeniu ruchem oraz 31 odcinków zdalnego sterowania.

Najbardziej rozpowszechnionym na polskiej sieci kolejowej sposobem wspomaganie pracy dyżurnych ruchu przy nastawianiu przebiegów pociągowych jest funkcja samoczynności semaforów stacyjnych, stosowana od wielu lat również w tradycyjnych urządzeniach przekaźnikowych, niewyposażonych w pulpity komputerowe. Jest ona stosowana dla przebiegów po torach głównych zasadniczych i polega na automatycznym ponownym wyświetlaniu sygnałów zezwalających na semaforach obsługiwanych po przejeździe pociągu (bez zwalniania przebiegu) lub na powtórny nastawianiu przebiegu po jego zwolnieniu. W ostatnim czasie funkcjonalność ta w niektórych projektach jest zastępowana automatycznym nastawianiem przebiegów, która zapewnia większą elastyczność w prowadzeniu ruchu.

## 2. Funkcjonalności systemu ANP oraz ANP RJ

Automatyczne nastawianie przebiegów pociągowych (ANP, ang. ARS – Automatic Route Setting) jest funkcjonalnością zapewniającą nastawienie przebiegu w chwili, kiedy pociąg zbliża się do semafora początkowego danego przebiegu, bez ingerencji personelu obsługi. Celem stosowania ANP jest:

- a) poprawa płynności ruchu kolejowego,
- b) optymalizacja wykorzystania zdolności przepustowej linii kolejowych,
- c) poprawa punktualności,
- d) wzrost efektywności pracy personelu obsługującego ruch kolejowy.

Wyższy stopień automatyzacji procesów kierowania i sterowania ruchem pozwala wyeliminować rutynowe, często powtarzalne zadania. Dzięki temu personel obsługi zyskuje więcej czasu na rozwiązywanie konfliktów ruchowych i może lepiej skoncentrować się na właściwym postępowaniu w sytuacjach awaryjnych. Jest to szczególnie istotne w przypadku okręgów zdalnego prowadzenia ruchu obejmujących dużą liczbę posterunków lub charakteryzujących się dużym natężeniem ruchu.

W zależności od potrzeb i możliwości technicznych, można stosować mniej lub bardziej zaawansowane systemy ANP. Rozwiązania te można podzielić na dwie grupy:

- a) nierozróżniające numerów pociągów,
- b) rozróżniające numery pociągów (i wykorzystujące dane o pociągach oraz ich rozkładzie jazdy).

Najprostsze rozwiązania ANP, niewykorzystujące numerów pociągów ani innych danych rozkładowych, mogą być stosowane na liniach metra lub kolejach miejskich/aglomeracyjnych, charakteryzujących się wysoką powtarzalnością sytuacji ruchowych, wynikającą z jednorodnego charakteru ruchu i stosunkowo mało rozbudowanych układów torowych. Takie rozwiązanie przewiduje się zastosować na stacji Warszawa Śródmieście w ramach modernizacji podmiejskiej linii średnicowej. Z kolei w przypadku niewielkich posterunków ruchu, ANP może być też stosowane jako alternatywa dla samoczynności semaforów stacyjnych – wówczas automatycznym nastawianiem objęty jest wybrany przebieg spod danego semafora (np. jazda na wprost po torach głównych zasadniczych). Bardziej zaawansowane rozwiązania ANP wykorzystują zarówno informacje o aktualnej sytuacji ruchowej, jak również o pociągach i infrastrukturze.

Zagadnienie automatycznego nastawiania przebiegów zostało ujęte w dwóch instrukcjach PKP Polskich Linii Kolejowych S.A. – Instrukcji o prowadzeniu ruchu pociągów Ir-1 oraz w Wytycznych Technicznych budowy urządzeń sterowania ruchem kolejowym Ie-4 (WTB-E10). Obecne zapisy ww. instrukcji odnoszą się jedynie do podstawowych funkcjonalności ANP. Rozważane jest wprowadzenie rozwiązań ANP wykorzystujących rozkład jazdy pociągów (zwanymi dalej ANP RJ), co wiąże się z określeniem wymagań funkcjonalnych i technicznych w znacznie większym zakresie. Konieczne będzie również uzupełnienie Wytycznych w zakresie zobrazowania, wprowadzania poleceń oraz rejestracji zdarzeń dla komputerowych stanowisk obsługi urządzeń sterowania ruchem kolejowym Ie-104 o elementy związane z obsługą ANP RJ.

Zgodnie z aktualnymi Wytycznymi Ie-4, ANP ma przysyłać polecenia nastawienia wybranego przebiegu do systemu zależnościowego nie później niż w momencie zajęcia przez pociąg określonego odcinka kontroli niezajętości. Odcinek ten ma być dobrany tak, aby zapewnić wyświetlenie sygnału zezwalającego na semaforze (lub przekazanie zezwolenia na jazdę dla pociągów jadących pod nadzorem systemu ERTMS/ETCS) odpowiednio wcześniej i nie powodować nieuzasadnionego zmniejszenia prędkości pociągów względem prędkości rozkładowej.

Przewiduje się również, że ANP będzie umożliwiać nastawienie przebiegu alternatywnego (tj. przebiegu, który umożliwia jazdę w tym samym kierunku co przebieg zasadniczy, lecz jego droga jazdy różni się od drogi jazdy przebiegu zasadniczego i nie gwarantuje najdogodniejszych warunków ruchowych) w przypadku, gdy nie będzie możliwości nastawienia wybranego przebiegu. Brak możliwości nastawienia, zarówno przebiegu zasadniczego, jak i przebiegów alternatywnych powinien zostać zasygnalizowany pracownikowi obsługi.

W toku dotychczasowych realizowanych w PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. prac zdefiniowano ramy funkcjonalności ANP RJ, w obrębie których proponowane jest ich pilotażowe wdrożenie. Zakłada się, że ANP RJ będzie stanowić funkcję warstwy nadrzędnej systemu srk lub moduł współpracujący z warstwą nadrzędną systemu srk i będzie stosowane na stanowiskach obsługi wyposażonych w komputerowe pulpity nastawcze (KPN) współpracujące z systemem przekazywania informacji o pociągu (PIP).

W oparciu o dotychczasowe prace założono, że podstawową funkcją ANP RJ będzie funkcja automatycznego nastawiania przebiegów pociągowych według założonego planu przebiegów w ramach ustalonego rozkładu jazdy pociągów, z możliwością wyboru przebiegów alternatywnych w razie wystąpienia konfliktów ruchowych, wynikających z zaistniałych w trakcie realizacji rozkładu jazdy odchyień (np. opóźnień). Oprócz podstawowej funkcji nastawiania przebiegów, ANP RJ ma również umożliwiać zastosowanie dodatkowych funkcji usprawniających prowadzenie ruchu, np. skracanie czasu niezbędnego na krzyżowanie pociągów bądź skracanie czasu następstwa przy wyprawianiu kolejnych pociągów na szlak.

### **3. Niezbędne dane z systemów zewnętrznych konieczne do przekazania do systemu z funkcją ANP**

Zdefiniowano wykaz podstawowych parametrów niezbędnych do przekazania z systemów zewnętrznych do systemu z ANP RJ celem realizacji funkcji nastawienia przebiegu/-ów dla konkretnego pociągu.

Wykaz ten obejmuje dane stałe (przypisanych do posterunku ruchu z zaimplementowaną funkcją ANP RJ) oraz zmienne (dane przypisane do konkretnych pociągów uruchamianych w ramach danego rozkładu jazdy pociągów oraz dane o doraźnych ograniczeniach eksploatacyjnych).

Platformą aplikacyjną dla danych dynamicznych ma być SEPE2. Dane zmienne dla każdego pociągu będą wygenerowane z przygotowanego specjalnie na potrzeby pilotażu uszczegółowionego rozkładu jazdy, tj. zawierającego trasowanie pociągów po torach stacyjnych na podstawie danych stałych o posterunkach ruchu wraz z informacjami o pociągu pozwalającymi systemowi ANP RJ wybór przebiegów wariantowych lub alternatywnych w przypadku wystąpienia konfliktu ruchowego. Docelowo dane stałe będą pozyskiwane z systemu POS.

#### 4. Ocena aktualnego stanu prac nad ANP RJ i dalsze działania

W wyniku dotychczasowych prac nad ANP RJ, o których mowa w pkt 2 i 3 powyżej, został opracowany roboczy dokument pn. „Wytyczne dla automatycznego nastawiania przebiegów z wykorzystaniem rozkładu jazdy (ANP RJ)”, który stanowi zestandaryzowanie wymagań funkcjonalnych na takim poziomie ogólności, aby możliwa była ich realizacja w konkretnych zadaniach pilotażowych w sposób dostosowany do rozwiązań technicznych posiadanych obecnie przez producentów. Z drugiej strony takie wymagania pozwalają zweryfikować prawidłowość wdrożenia funkcjonalności ANP i ANP RJ w wybranych lokalizacjach pilotażowych.

Dla przeprowadzenia pilotażu niezbędny jest odpowiedni dobór odcinka zdalnego prowadzenia ruchu, na którym sprawdzane funkcjonalności ANP RJ pozwolą ocenić osiągnięte efekty w postaci poprawy jakości ruchu kolejowego oraz wyższej efektywności (wydajności) pracy personelu obsługującego ruch kolejowy. Kryteria takie spełniają postierunki wyposażone w urządzenia komputerowe (komputerowe pulpity nastawcze), które umożliwiają zdalne sterowanie jednocześnie dla kilku sąsiednich postierunków, lub pojedyncze postierunki o dużym natężeniu ruchu, dla których ruch prowadzonych jest z co najmniej 2 stanowisk obsługi (dyżurnych ruchu dysponujących/ wykonawczych/odcinkowych).

Ponadto istotne jest również prowadzenie ruchu pociągów pasażerskich i towarowych, z których część rozpoczyna lub kończy bieg na tym postierunku. Powyższe można osiągnąć w trakcie pilotażu odpowiednio symulując ruch pociągów (na symulatorach stanowisk obsługi) przy postierunkach posiadających co najmniej 2 tory główne zasadnicze (linia dwutorowa) i co najmniej 1 tor główny dodatkowy.

W listopadzie 2020 r. ogłoszono dialog techniczny pn.: „Pilotażowe wdrożenie funkcjonalności Automatycznego Nastawiania Przebiegów z użyciem Rozkładu Jazdy pociągów na wybranych postierunkach ruchu na sieci PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.”.

Celem dialogu jest:

1. Pozyskanie informacji niezbędnych do rozpoczęcia planowanego postępowania o udzielenie zamówienia publicznego dla pilotażowego wdrożenia funkcjonalności ANP RJ.
2. Skonfrontowanie potrzeb PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z możliwościami ich realizacji przez rynek potencjalnych wykonawców, tj. producentów i dostawców komputerowych i komputerowo-przełącznikowych urządzeń sterowania ruchem kolejowym.
3. Określenie czynników wpływających na jakość oraz wartość składanych ofert.
4. Zdefiniowanie i zgromadzenie najlepszych praktyk związanych z realizacją ww. zamówienia.

OCzekiwaniem PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. wobec uczestników dialogu będzie, w szczególności:

- 1) ocena wymagań zawartych w projekcie dokumentu „Wytyczne dla automatycznego nastawiania przebiegów z wykorzystaniem rozkładu jazdy (ANP RJ)”,
- 2) przedstawienie metodyki wyceny prac wdrożeniowych dla wybranej przez uczestnika lokalizacji pilotażu i zakresu prac wdrożeniowych,
- 3) przedstawienie ryzyk występujących po stronie producenta urządzeń i ich oceny dla implementacji w urządzeniach srk zmian w zakresie nowych funkcjonalności ANP RJ.

Do dialogu technicznego zgłosiło się i zostało dopuszczonych 5 podmiotów. Planowany termin zakończenia dialogu to 31.12.2020 r.

Pozyskane w trakcie dialogu informacje są niezbędne do rozpoczęcia planowanego postępowania o udzielenie zamówienia publicznego dla „Pilotażowego wdrożenia funkcjonalności Automatycznego Nastawiania Przebiegów z użyciem Rozkładu Jazdy pociągów na wybranych posterunkach ruchu na sieci PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.”.

Po zrealizowaniu ww. zamówienia, PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. oceni efektywność wdrożonych funkcjonalności ANP RJ, z których wybrane funkcjonalności będą stanowić standard dla wymagań funkcjonalnych i technicznych dla przyszłych zamówień obejmujących zaprojektowanie i budowę komputerowych i komputerowo-przełącznikowych urządzeń srk.

Docelowo zamiarem PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. jest zwiększenie ergonometrii i wydajności pracy służby ruchu (dyżurni ruchu i dyspozytorzy ruchu) poprzez odciążenie ich pracy przez wykorzystanie na ich stanowiskach pracy funkcjonalności ANP RJ oraz poprawa płynności ruchu pociągów.



**PKP POLSKIE LINIE KOLEJOWE S.A.**  
Zarządca narodowej sieci linii kolejowych

## Nowe funkcjonalności w systemach sterowania ruchem kolejowym

NOWOCZESNE TECHNOLOGIE I SYSTEMY ZARZĄDZANIA  
W TRANSPORCIE SZYNOWYM – NOVKOL 2020

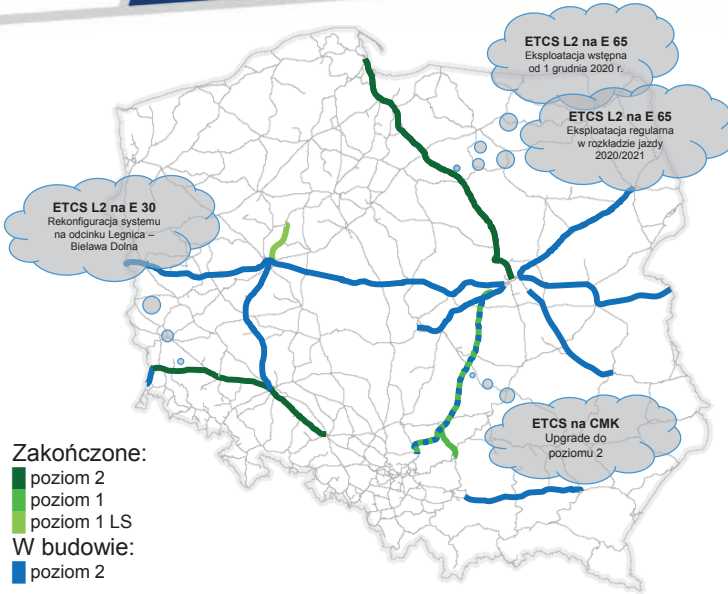
02 GRUDNIA 2020



**PKP POLSKIE LINIE KOLEJOWE S.A.**  
Zarządca narodowej sieci linii kolejowych

# ERTMS/ETCS

## Stan wdrożenia ERTMS/ETCS na sieci kolejowej PLK grudzień 2020



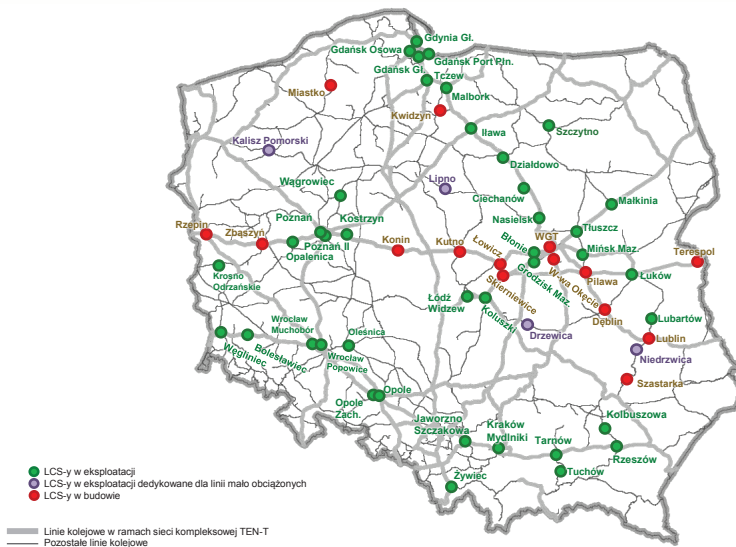
3

## LOKALNE CENTRA STEROWANIA

4



## Lokalne Centra Sterowania na sieci PKP PLK S.A.



5

## AUTOMATYCZNE NASTAWIANIE PRZEBIEGÓW

6

## Automatyczne nastawianie przebiegów

### AUTOMATYCZNE NASTAWIANIE PRZEBIEGÓW

(w skrócie anp; ang. automatic route setting, niem. Zuglenkung)

#### CEL

Odciążenie dyżurnego ruchu od wykonywania powtarzalnych czynności związanych z prowadzeniem ruchu pociągów, pozwalające mu na skoncentrowanie się na zdarzeniach i czynnościach szczególnie wymagających jego uwagi

#### ZASTOSOWANIE

Na posterunkach kontrolowanych przez komputerowe systemy nadrzędne współpracujące z systemem pip (przekazywania informacji o pociągu), a zwłaszcza na odcinkach zdalnego prowadzenia ruchu

#### EFEKTY

Podniesienie efektywności pracy dyżurnego ruchu, co w pośredni sposób przyczyni się do podniesienia punktualności i bezpieczeństwa oraz poprawy płynności ruchu

## Automatyczne nastawianie przebiegów (ANP)

Jedyną dotychczasową metodą wspomaganą pracę dyżurnego ruchu w zakresie nastawiania przebiegów jest samoczynność działania sygnalizatorów stacyjnych – tylko po torach głównych zasadniczych.

Istnieje potrzeba wdrożenia rozwiązań uwzględniających specyfikę układów torowych i technologii pracy posterunków.

### Zastosowanie ANP umożliwi:

- nastawianie przebiegu dokładnie wtedy, gdy pociąg zbliża się do posterunku lub jest przewidywany jego odjazd,
- nastawianie przebiegu zasadniczego lub przebiegów alternatywnych, w zależności od aktualnej sytuacji ruchowej,
- realizację innych przebiegów pociągowych lub manewrowych bez konieczności wyłączenia funkcji automatyzacji nastawiania,
- możliwość automatyzacji czynności nastawczych również w przypadku wystąpienia ograniczeń eksploatacyjnych (typowe przypadki zamknięcia toru stacyjnego lub szlakowego);

## Poziomy zawansowania ANP

### ANP bez wykorzystania danych z rozkładu jazdy

- Zastosowanie na posterunkach o prostych układach torowych i dużej powtarzalności sytuacji ruchowych.
- Rozwiązanie polegające na nastawianiu jednego, z góry określonego przebiegu – alternatywa dla samoczynności semaforów stacyjnych.
- Rozwiązanie uwzględniające przebiegi alternatywne – do zastosowania na liniach kolei miejskiej lub aglomeracyjnej charakteryzujących się dużym natężeniem ruchu.
- Możliwość dostosowania do ewentualnych utrudnień eksploatacyjnych zgodnie z przyjętymi scenariuszami operacyjnymi.

### ANP z wykorzystaniem danych z rozkładu jazdy (ANP RJ)

- Szerokie zastosowanie również na posterunkach o złożonych układach torowych i dużych obszarach zdalnego prowadzenia ruchu.
- Potrzeba precyzyjnego opisanie parametrów infrastruktury i poszczególnych pociągów.
- Konieczność identyfikacji konfliktów ruchowych i ich rozwiązania przed wydaniem polecenia nastawienia przebiegu do urzędzeń srk.

## Planowane wdrożenie

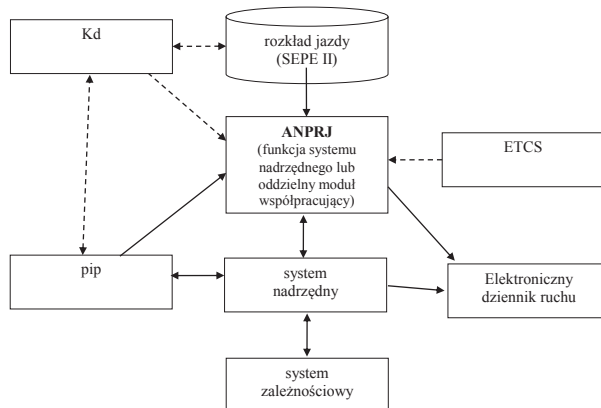
W ramach modernizacji podmiejskiej linii średnicowej przewiduje się zastosowanie ANP na stacji Warszawa Śródmieście (obecnie przystanek osobowy)

### Założenia:

- system nie będzie wykorzystywał danych z rozkładu jazdy,
- działanie systemu ma zapewniać płynny ruch pociągów przy rozkładowej częstotliwości co 2,5 min. w jednym kierunku (obecnie pociągi kursują co ok. 4 min. w jednym kierunku),
- możliwe będzie nastawienie przebiegu zasadniczego (po torach głównych zasadniczych) lub alternatywnego (po torach głównych dodatkowych) w przypadku zajętości toru głównego zasadniczego, przede wszystkim w godzinach szczytu,
- ewentualna automatyzacja prowadzenia ruchu również w przypadku wystąpienia ograniczeń eksploatacyjnych – możliwe różne scenariusze operacyjne.

10

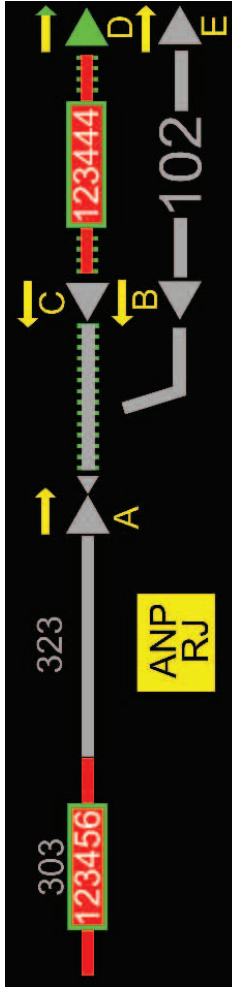
## Automatyczne nastawianie przebiegów z rozkładu jazdy (ANPRJ)



Przykładowy sposób powiązania systemu ANPRJ z innymi systemami (linia ciągła oznacza wymagane powiązania)

11

## Automatyczne nastawianie przebiegów z rozkładu jazdy (ANP RJ)



Interfejs dyżurnego ruchu: przykład proponowanego zobrazowanie na pulpicie nastawczym

Stan ANP RJ w obszarze sterowania (załączone – kolor żółty)

Stan ANP RJ dla poszczególnych semaforów (załączone – żółta strzałka, nastawiony przebieg dla pociągu 123444 – zielony grót)

Pociąg objęty ANP RJ – zielona ramka

Planowane nastawienie przebiegu przez system ANP RJ dla pociągu 123456 – zielone kropkowanie na drodze jazdy

## Informacje o inicjatywie ANP RJ

Przeprowadzono cykl wstępnych spotkań z firmami dostarczającymi urządzenia srk w celu wymiany doświadczeń.

Opracowano wstępną wersję założeń działania automatycznego nastawiania przebiegów z rozkładu jazdy w postaci zbioru wymagań funkcjonalnych i technicznych.

Wszczęto dialog techniczny pn. „Pilotażowe wdrożenie funkcjonalności Automatycznego Nastawiania Przebiegów z użyciem Rozkładu Jazdy pociągów na wybranych posterunkach ruchu na sieci PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.”

13

## Przedmiot dialogu technicznego

### Cele:

- pozyskanie informacji niezbędnych do rozpoczęcia planowanego postępowania o udzielenie zamówienia publicznego dla pilotażowego wdrożenia funkcjonalności ANP RJ,
- skonfrontowanie potrzeb Zamawiającego z możliwościami ich realizacji przez rynek potencjalnych wykonawców, tj. producentów i dostawców komputerowych i komputerowo-przełącznikowych urządzeń sterowania ruchem kolejowym,
- określenie czynników wpływających na jakość oraz szacunkową wartość zamówień,
- zdefiniowanie i zgromadzenie najlepszych praktyk związanych z realizacją ww. zamówienia.

14

## Przedmiot dialogu technicznego

### Główne oczekiwania Zamawiającego wobec uczestników dialogu:

- ocena wymagań zawartych w projekcie dokumentu „Wytyczne dla automatycznego nastawiania przebiegów z wykorzystaniem rozkładu jazdy (ANP RJ)”,
- przedstawienie metodyki wyceny i zakresu prac wdrożeniowych dla wybranej lokalizacji pilotażu i zakresu prac wdrożeniowych,
- przedstawienie ryzyk występujących po stronie producenta urządzeń i ich oceny dla implementacji w urządzeniach srk zmian w zakresie nowych funkcjonalności ANP RJ.

15

## Dalsze działania w zakresie ANP RJ

### Rozpoczęcie pilotażowego wdrożenia funkcjonalności ANP RJ na wybranych posterunkach ruchu na sieci PKP PLK S.A.

- ustalenie docelowej liczby i lokalizacji (poligonów), na których wdrażane będą pilotażowo funkcjonalności ANP RJ,
- zawarcie umów na przeprowadzenie pilotażu dla poszczególnych poligonów.

17





### ***Dziękuję za uwagę***

Marek Białek  
Dyrektor Biura  
Biuro Automatyki i Telekomunikacji  
PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.

