

# PROPOZYCJA ZASTOSOWANIA NA SIECI PKP PRZEDWSKAŹNIKA INFORMUJĄCEGO O ZWIĘKSZENIU PRĘDKOŚCI JAZDY Z UWZGLĘDNIENIEM SYSTEMU ETCS<sup>1</sup>

---

**Juliusz Karolak**

mgr inż., Politechnika Warszawska Wydział Transportu, ul. Koszykowa 75, 00-662 Warszawa, tel.: +48 22 234 7390, e-mail: jka@wt.pw.edu.pl

---

**Marek Wilga**

Politechnika Warszawska Wydział Transportu, ul. Koszykowa 75, 00-662 Warszawa, tel.: +48 22 234 7380, e-mail: mwi@wt.pw.edu.pl

---

***Streszczenie.** Artykuł przedstawia koncepcję wprowadzenia do systemu sygnalizacji polskiej przedwskaźnika uzupełniającego informacje o warunkach jazdy na następnej drodze przebiegu. Przedstawiona została sytuacja bieżąca i problemy wynikające z braku proponowanego przedwskaźnika oraz zaprezentowano efekty i problemy związane z wprowadzeniem nowego elementu sygnalizacyjnego. Autorzy przedstawiają rozwiązania minimalizujące ingerencję w obecne przepisy sygnalizacji polskiej.*

**Słowa kluczowe:** wskaźnik, przedwskaźnik, stopnie prędkości, sterowanie ruchem kolejowym

## 1. Wstęp

Na skutek prowadzonych prac modernizacyjnych oraz działań polegających na zwiększeniu prędkości handlowej pociągów jak i skróceniu czasu przejazdu, w modernizowanych głowicach rozjazdowych stacji instaluje się rozjazdy o coraz większych promieniach. Doprowadziło to do tego, że obecna sygnalizacja stosowana na polskiej sieci kolejowej posiada mankamenty, które nie pozwalają jednoznacznie przekazać maszyniście niezbędnych informacji o prędkości, z jaką powinien prowadzić pociąg. Autorzy artykułu przedstawiają koncepcję dodania przedwskaźnika informującego maszynistę o wyświetlonym wskaźniku W21 na następnym sygnalizatorze.

## 2. Stan obecny

Obecna sygnalizacja świetlna stosowana na sieci PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. przewiduje następujące stopnie prędkości: 40, 60, 100 km/h oraz prędkość maksymalna dozwolona na danej linii[6]. Stopnie te są niewystarczające i są uzu-

---

<sup>1</sup> Wkład autorów w publikację: Karolak J.. 50%, Wilga M. 50%

pełniane przez wskaźnik W21, który przyjmuje postać tabliczki, bądź wskaźnika podświetlanego. Pierwsza wersja stosowana jest, gdy jazda spod semafora zawsze odbywa się ze zwiększoną prędkością. Druga zaś, gdy spod danego semafora możliwa jest jazda z różnymi prędkościami. W przypadku, gdy pociąg rusza spod semafora znajdującego się na początku drogi jazdy, w skład której wchodzi rozjazd umożliwiający jazdę z prędkością wymagającą zastosowania wskaźnika W21 i ograniczający prędkość dla danej drogi przebiegu, maszynista za pośrednictwem sygnalizatora ze wskaźnikiem W21 otrzyma informację, z jaką prędkością powinien jechać. Problematyczne jest przekazanie maszyniście informacji o prędkości na rozpatrywanym wyżej semaforze w chwili mijania poprzedzającego go sygnalizatora (semafora półsamoczynnego, tarczy ostrzegawczej, ostatniego semafora odstępowego trój- i czterostawnej blokady liniowej) pełniącego w stosunku do niego rolę tarczy ostrzegawczej.

### 3. Przykład rozwiązania - system niemiecki

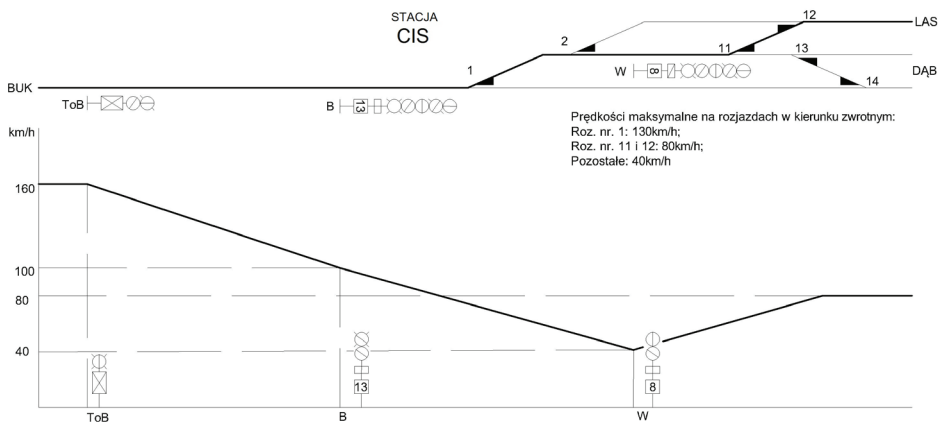
Niemiecki system sygnalizacji „Ks” (Kombinationssignal) przewiduje umieszczenie dwóch wskaźników determinujących prędkość [1]. Jeden ostrzegający o ograniczeniu prędkości na drugiej drodze jazdy, który można określić jako przedwskaźnik, oraz drugi, określający prędkość na pierwszej drodze jazdy. Przedwskaźnik umieszczony jest powyżej światel sygnalizatora, natomiast wskaźnik podnoszący prędkość jest umieszczany, analogicznie jak w polskim systemie sygnalizacji, poniżej światel sygnalizatora. Charakterystyczną różnicą, odróżniającą niemiecki wskaźnik od polskiego, jest kolor. Niemiecki zarządca infrastruktury w swoich wymaganiach dla sygnalizacji przyjął kolor pomarańczowy dla cyfr wskaźnika odpowiadającego polskiemu wskaźnikowi W21.

### 4. Wskaźnik W21

Zarządca infrastruktury PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. w instrukcji sygnalizacji [4] definiuje (w §16 punkt 24) wskaźnik W21 jako „*Wskaźnik podwyższenia prędkości wyświetlony razem z sygnałem na semaforze oznacza, że jazda za tym semaforem może odbywać się z prędkością określoną przez wskaźnik*” [4]. Wskaźnik ten umieszczony na maszcie sygnalizatora oznacza możliwość jazdy z prędkością nie wyższą, niż definiowana przez ten wskaźnik.

Autorzy artykułu na potrzeby przedstawienia problemu braku przedwskaźnika w polskim systemie sygnalizacji kolejowej obrazują przykładową stację Cis, na której zabudowane są dwa rozjazdy o niestandardowych prędkościach na kierunku zwrotny, tj. 130 km/h i 80 km/h. Na potrzeby analizy przypadku pominięte zostały pozostałe urządzenia przytorowe. Linią pogrubioną oznaczona została ułożona

droga przebiegu oraz na uproszczonym wykresie prędkości, wskazania sygnalizatorów. Przedstawiony przypadek obrazuje, że w przypadku jazdy na kierunku zwrotny, na każdym z rozjazdów, tzn. ze stacji Buk do stacji Las, mimo zastosowania nowoczesnych rozjazdów, maszynista prowadząc pojazd trakcyjny, w oparciu o wskazania sygnalizatorów i znajomość szlaku, nie wykorzystuje w pełni możliwości układu torowego. Co więcej w przypadku ułożenia rozkładu jazdy na granicy przepustowości linii i stacji, możliwe jest, że w przypadku jazdy „zachowawczej” dochodzić będzie do powstawania zatorów i generowania niewielkich opóźnień. Można domniemywać, że znając szlak i w przypadku dobrej widoczności, maszynista będzie prowadził pojazd z maksymalną dozwoloną przez wskazania sygnalizatorów prędkością. Niemniej wskazania sygnalizatorów winny jednoznacznie definiować warunki jazdy. Uproszczony plan schematyczny i wykres prędkości zostały przedstawione na rys. 1.



Rys. 1. Uproszczony plan schematyczny i wykres prędkości przykładowej stacji Cis, na której zastosowano wskaźnik W21

Źródło: opracowanie własne

Maszynista widząc sygnał Os3 tarczy ostrzegawczej w postaci jednego światła zielonego migającego, oznaczającego „Semafor, do którego się tarcza odnosi, wskazuje sygnał zezwalający na jazdę z prędkością nieprzekraczającą 100 km/h” [4], wdroży hamowanie, aby przed sygnalizatorem wjazdowym B uzyskać prędkość 100 km/h. Wskazanie to uzależnione jest od wyświetlonego pasa zielonego, który podnosi prędkość do 100 km/h. Maszynista w odległości widoczności wskazań sygnalizatora wynoszącej dla prędkości 160 km/h [5] około 530 m, po zinterpretowaniu wskazań sygnalizatora mógłby rozpocząć przyspieszanie. Na rys. 1 można zaobserwować, że maszynista nie uzyskał poprzez wskazanie tarczy ToB informacji o wyświetlonym wskaźniku W21 z liczbą 13, podnoszącym dodatkowo prędkość do 130 km/h. Maszynista dojeżdżając wobec tego do sygnalizatora wjazdowego B, w przypadku ułożonej drogi przebiegu na tor przeciwny do zasadniczego w kierunku stacji Dąb, mógłby rozpocząć przyspieszanie do prędkości wskazywanej przez sygnalizator wjazdowy (przy założeniu, że na semaforze wyjazdowym W,

został wyświetlony sygnał umożliwiający kontynuowanie jazdy z prędkością maksymalną). Jednak w rozważanym przypadku, maszynista na semaforze B zobaczy sygnał S8 ze wskaźnikiem W21 oznaczający zezwolenie na jazdę z prędkością nie większą niż 100 km/h, podniesioną przez wskaźnik W21 do 130 km/h oraz, że następny semafor nadaje sygnał zezwalający na jazdę z prędkością nie większą niż 40 lub 60 km/h. Podobnie jak poprzednio, maszynista nie otrzymuje pełnej informacji o wskazaniach następnego sygnalizatora. Informacja o zezwoleniu na jazdę z prędkością nie większą niż 40 lub 60 km/h wymusza na maszyniście wdrożenie hamowania do zdefiniowanej przepisami prędkości. Przyspieszenie do 80 km/h możliwe jest od momentu uzyskania widoczności sygnalizatora i zinterpretowaniu przez maszynistę wskazań. Podobnie maszynista mógłby ograniczyć hamownie przed semaforem B po dostrzeżeniu i zareagowaniu na wyświetlony wskaźnik W21.

W przypadku nowoczesnych pojazdów pasażerskich (EZT), parametry przyspieszenia i opóźnienia, umożliwiają uzyskanie wymaganej prędkości na relatywnie krótkiej drodze, o tyle w przypadku starszych, cięższych pojazdów jak i pociągów towarowych, hamowanie powoduje powstawanie większych strat energii oraz większego zużycia elementów układu hamulcowego pojazdu trakcyjnego.

## 5. Wskaźnik W21 w systemie ETCS poziomu 1

W przyjętym programie wdrażania ERMTS [3] na polskiej sieci kolejowej, przewiduje się, że część linii kolejowych zostanie wyposażone w system ETCS poziomu 1. W systemie tym informacja o wskazaniach sygnalizatora przekazywana jest przez balisy umieszczone w torze. Zastosowane w Polsce do tej pory rozwiązanie pozwala na pobieranie przez koder LEU, a następnie po przetworzeniu w telegram na wysyłanie poprzez balisę do pojazdu, wyłącznie informacji wynikającej ze wskazania danego sygnalizatora powiązanego z danym koderem.

Założmy, że w rozpatrywanym wcześniej przypadku do urządzeń srk warstwy podstawowej zostały podłączone kodery LEU i balisy. Maszynista mijając tarczę ostrzegawczą wyświetlającą sygnał Os3 [4], uzyska na pulpicie ETCS (tzw. HMI) informacje o wskazaniach sygnalizatora oraz rozpocznie się nadzór nad hamowaniem do 100 km/h. Hamowanie zostanie odwołane w momencie minięcia balis umieszczonych przy sygnalizatorze wjazdowym B, ponieważ balisa przełączalna powiązana z tym sygnalizatorem przekazuje do kabiny również informację wynikającą ze wskaźnika W21. W takiej sytuacji wprowadzony zostanie nadzór nad hamowaniem do prędkości wskazywanej przez sygnalizator wjazdowy B dla drogi jazdy za kolejnym sygnalizatorem (40 lub 60 km/h). Hamowanie do prędkości 40 km/h dozorowane będzie do momentu dojazdu do sygnalizatora W, przy którym znajdują się balisa przełączalna. W konsekwencji może to powodować ograniczenie przepustowości.

O ile w opisywanej sytuacji zaprezentowanej dla przypadku bez urządzeń ETCS, przedstawionej w rozdziale 4 maszynista ma możliwość przerwania ha-

mowania na skutek reakcji na dostrzeżony sygnał sygnalizatora wyposażonego w wskaźnik W21, o tyle w sytuacji wyposażenia rozpatrywanego posterunku w urządzenia ETCS poziomu 1, nie będzie to możliwe. Jest to zjawisko zbieżne ze zjawiskiem braku możliwości zaprzestania hamowania i rozpoczęcia przyspieszania pojazdu zbliżającego się do sygnalizatora, na którym wskazanie zostało zmienione na zezwalające lub o wyższym stopniu prędkości. Opisywany problem rozwiązałyby urządzenia aktualizujące w postaci pętli (euroloop) lub dodatkowych balis przelączalnych, znajdujących się pomiędzy rozpatrywanymi sygnalizatorami ToB, B i W[2].

ETCS poziomu 1, uzyskuje informacje na temat dozwolonych prędkości jazdy za każdym razem z określonego kodera LEU, który włączony jest w obwód świateł określonego sygnalizatora. W zastosowanym rozwiązaniu nie ma możliwości pobierania przez dany koder dodatkowej informacji wynikającej z wyświetlonego wskaźnika na kolejnym - w drodze jazdy - sygnalizatorze. Przez to niemożliwe jest uzyskanie informacji o wyświetlonym na kolejnym sygnalizatorze wskaźniku W21 bez zastosowania wyświetlanego przedwskaźnika. Problem ten mógłby zostać rozwiązany przez uzyskanie informacji o wskazaniach dwóch kolejnych sygnalizatorów, przy pobieraniu informacji bezpośrednio z nastawnicy, co opisano w artykule [2]. W takim przypadku balisy mogłyby przekazywać informacje o wyświetlonym wskaźniku W21, a nadzór nad hamowaniem byłby realizowany tylko do prędkości podniesionej przez wyświetlony wskaźnik. Przy takim zastosowaniu pobierania informacji z nastawnicy, dla celów ETCS nie ma potrzeby stosowania przedwskaźnika.

## 6. Wskaźnik W21a

### 6.1. *Idea wskaźnika*

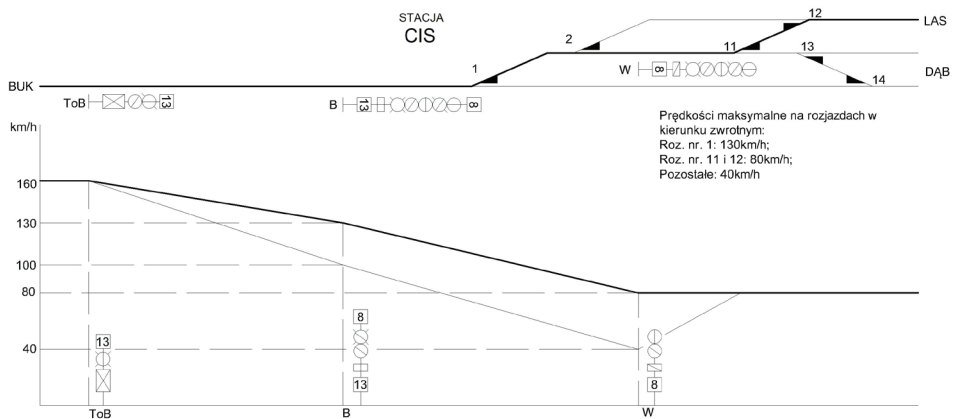
Na potrzeby zwiększenia możliwości przekazywania informacji przez sygnalizator autorzy artykułu proponują wprowadzenie do systemu sygnalizacji polskiej -przedwskaźnika - roboczo nazwanego wskaźnikiem W21a. Wskaźnik ten, wzorem sygnalizacji niemieckiej, umieszczony byłby powyżej świateł sygnalizatora. Takie umieszczenie wskaźnika powinno być łatwo interpretowane przez maszynistę, jako wskazanie „nad” światłem czerwonym, domyślnie interpretowanym przez maszynistę jako wskazanie odnoszące się do następnego sygnalizatora (przy wyświetlaniu sygnału składającego się z dwóch i więcej świateł). Proponuje się, aby przedwskaźnik wyróżniony był inną barwą, np. pomarańczową domyślnie kojarzoną z ostrzeganiem.

Po wprowadzeniu przedwskaźnika do analizowanego przykładu, maszynista widząc wskazanie tarczy ostrzegawczej Os3+W21a wdrożyłby hamowanie do 130 km/h, następnie widząc wskazanie sygnalizatora wjazdowego B

S8+W21+W21a rozpocząłby hamowanie do 80 km/h. Opisywana sytuacja została przedstawiona na rys. 2 analogicznie jak na poprzedniej ilustracji.

Dzięki przekazaniu pełnej informacji o maksymalnej dopuszczalnej prędkości wskazywanej przez następny sygnalizator maszynista może precyzyjnie regulować prędkość, co powoduje:

- zmniejszenie strat energii pochłanianej przez hamowanie;
- zmniejszenie zużycia elementów hamulcowych i zestawów kołowych;
- zwiększenie przepustowości stacji;
- dla pojazdów rozwijających prędkości maksymalne mniejsze niż prędkość wyświetlana przez wskaźnik nie zachodzi potrzeba hamowania.



Rys. 2. Scenariusz z użyciem wskaźnika W21a. Profil prędkości oznaczono linią pogrubioną. Linią cienką zaznaczono profil przenieiony z rys. 1.

Źródło: opracowanie własne

Wskaźnik W21a należałoby uzależnić od wyświetlenia wskaźnika W21, do którego ten wskaźnik się odnosi oraz od wyświetlenia światła koniecznego do poprawnej interpretacji sygnału. Usterka wskaźnika powinna powodować wygaszenie przedwskaźnika, a usterka przedwskaźnika nie powinna powodować wygaszenia sygnału zezwalającego na sygnalizatorze, na którym przedwskaźnik ten umieszczono.

Nowoczesne rozwiązania producentów wskaźników umożliwiają ich produkcję w postaci matryc LED, dzięki czemu możliwe jest zastosowanie jednego przedwskaźnika W21a do przekazywania informacji o wyświetleniu różnych wskaźników W21. Szczególnie pomocne może być to przy wyświetlaniu wskaźnika W21a dla jazdy po rozjeździe łukowym o niestandardowych promieniach, a więc i niestandardowych prędkościach jazdy.

## 6.2. Montaż wskaźnika

Kolejnym aspektem rozważanym przez autorów jest kwestia montażu przedwskaźnika. Obecnie stosowane konstrukcje masztów nie przewidują montażu

elementów nad tarczą tłową sygnalizatora. Mocowanie powinno być tak skonstruowane, aby spełnić wymagania skrajni kolejowej oraz zapewniać dostęp do komór sygnałowych sygnalizatora w stopniu nie mniejszym niż obecnie. Montaż przedwskaźnika na maszcie sygnalizatora wysokiego wiąże się z koniecznością opracowania nowego sposobu mocowania. Problematiczne wydaje się być również przyjęcie jednoznacznego sposobu montażu przedwskaźnika na:

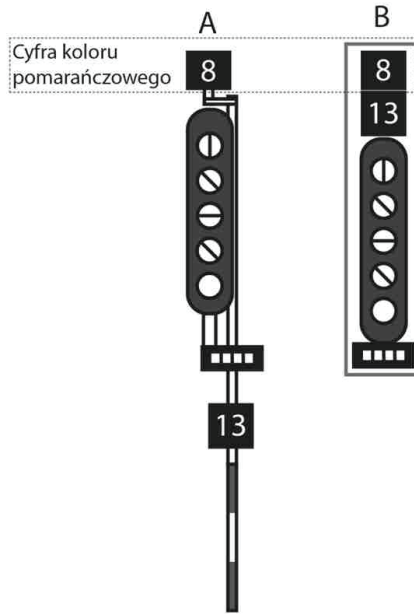
- masztach niskich, które obniżone są ze względu warunki lokalne bądź widoczności;
- sygnalizatorach umieszczonych na bramkach sygnałowych;
- oraz sygnalizatorach karzełkowych.

W przypadku sygnalizatorów na masztach niskich należałoby w miarę możliwości zastosować dalsze obniżenie masztu sygnalizatora lub zaproponować umieszczenie przedwskaźnika po prawej stronie tarczy tłowej, powyżej poziomu komory światła czerwonego.

Pozostałe dwa przypadki wymagają zastosowania innego sposobu rozróżnienia przedwskaźnika W21a od wskaźnika W21. Obecnie wskaźniki na bramkach sygnałowych umieszcza się powyżej komór sygnalizacyjnych. Dlatego umieszczenie dodatkowego wskaźnika pełniącego funkcję przedwskaźnika, powyżej komór sygnalizacyjnych mogłoby powodować dezorientację i kłopoty z poprawną interpretacją wskazań przez maszynistę. Autorzy zakładają, że przedwskaźnik wyróżniony byłby inną barwą (pomarańczową) niż obecnie stosowane wskaźniki, co pozwoliłoby na poprawną interpretację wskazań. Jednak rozwiązanie polegające na „grupowym” umieszczeniu wskaźników odnoszących się do pierwszej i drugiej drogi jazdy wymaga dodatkowych badań, stwierdzających czy barwa oraz wskazanie będzie poprawnie interpretowane z odległości wynikającej z drogi widoczności sygnalizatora. Takie samo rozwiązanie należałoby zastosować dla sygnalizatorów karzełkowych. Przykładowy sposób montażu przedwskaźnika przedstawiono na rys. 3. Rysunek przedstawia sposób montażu na maszcie wysokim i bramce sygnałowej. Propozycja montażu na sygnalizatorze karzełkowym nie jest prezentowana z względu na rzadkość stosowania sygnalizatorów półsamoczynnych karzełkowych.

Innym rozwiązaniem, ale pociągającym za sobą dodatkowe koszty i możliwe problemy związane ze spełnieniem wymagań skrajni kolejowej, jest umieszczenie wskaźników na bramkach sygnałowych poniżej komór sygnalizacyjnych.

W rozdziale 5 przedstawiono sposób działania systemu ETCS poziomu 1 oraz wynikające z tego ograniczenia w zakresie prowadzenia pojazdu trakcyjnego. Należy odnieść się do kwestii powiązania urządzeń sygnalizacyjnych, a w tym przedwskaźnika W21a z urządzeniami ETCS. W przypadku montażu koderów LEU w obwód światel z zainstalowanym przedwskaźnikiem W21a, nie zachodzi potrzeba stosowania dodatkowych urządzeń. Kodery LEU mają możliwość odczytu wskazania przedwskaźnika tak, jak i innych wskaźników i komór. Po wykryciu wyświetlenia przedwskaźnika koder LEU przekaże do balisy odpowiedni telegram, który odebrany przez pojazd trakcyjny wprowadzi dozоровanie hamowania do prędkości określonej przez przedwskaźnik.



Rys. 3. Proponowany sposób montażu przedwskaźnika. A - na maszcie wysokim. B - na bramce sygnalowej. Pas świetlny koloru zielonego.

Źródło: opracowanie własne

## 7. Podsumowanie

Autorzy proponują uzupełnienie systemu sygnalizacji o nowy typ wskaźnika. Wskaźnik ten roboczo nazywany wskaźnikiem W21a służyłby jako tzw. Przedwskaźnik uprzedzający o wskazaniach wskaźnika W21. Dla rozróżnienia tych dwóch wskaźników proponuje się rozróżnienie poprzez umiejscowienie przestrzenne i kolor. Wskaźniki W21 zachowałyby dotychczasowe parametry, a przedwskaźnik wyróżniony byłby kolorem pomarańczowym, postrzeganym jako kolor „ostrzegawczy” oraz umiejscowienie powyżej świateł sygnalizatora. Proponowany przedwskaźnik wymaga uzależnienia od wyświetlenia wskaźnika W21.

Proponowane rozwiązanie upodabnia polski system sygnalizacji do niemieckiego systemu „Ks” jednocześnie pozostawiając cechy sygnalizacji OSŻD. Powstaje pytanie, czy wobec tego zasadne jest stosowanie tych dwóch sygnalizacji jednocześnie. Korzyścią wynikającą z takiego rozwiązania jest pozostawienie większości urządzeń bez zmian przy wprowadzeniu przedwskaźnika. Przy większej liczbie sytuacji na sieci wykorzystujących przedwskaźnik, należałoby rozważyć zmianę systemu sygnalizacji na „Ks” lub jemu podobny.

Autorzy proponują dodanie nowego wskaźnika do instrukcji sygnalizacji PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. [4], poprzez dodanie w jej treści punktu „24.1 „Przedwskaźnik informujący o podwyższeniu prędkości” wyświetlony razem z sygnałem zezwalają-



*cym na semaforze oznacza, że jazda za następnym semaforem może odbywać się z prędkością określoną przez ten przedwskaźnik.”*

## Bibliografia

- [1] Anders E., Berndt T., Railway Signaling & Interlocking - International Compedium, 1st ed. Hamburg: DW Media Group GmbH, 2009.
- [2] Ilczuk P., Karolak J., Powiązania krajowych urządzeń srk warstwy podstawowej i ETCS. Logistyka, vol. 4, 2015.
- [3] Narodowy plan wdrażania Europejskiego Systemu Zarządzania Ruchem Kolejowym ERTMS. 2007.
- [4] PKP Polskie Linie Kolejowe, Instrukcja sygnalizacji Ie-1 (E-1). Warszawa, 2015.
- [5] PKP Polskie Linie Kolejowe, Wytyczne techniczne budowy urządzeń sterowania ruchem kolejowym Ie-4 (WTB-E10). 2014.
- [6] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 18 lipca 2005 r. w sprawie ogólnych warunków prowadzenia ruchu kolejowego i sygnalizacji (Dz.U. z 2015 r. Nr 0, poz. 360, z późn. zm.).

