

# Przystosowanie sygnalizacji świetlnej pociągowej PKP PLK S.A. do większej liczby wskazań sygnałowych

Marek BARTCZAK<sup>1</sup>

## Streszczenie

W artykule opisano sygnalizację świetlną pociągową opracowaną w OSŻD oraz sygnalizację świetlną pociągową stosowaną obecnie na sieci zarządzanej przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Przedstawiono propozycję sygnalizacji świetlnej pociągowej, umożliwiającej przekazywanie informacji o prędkościach jazdy po torach zwrotnych rozjazdów eksploatowanych na sieci PKP PLK S.A. Zaproponowaną sygnalizację opracowano na podstawie wytycznych Organizacji Współpracy Kolei (OSŻD – ros. *Организация сотрудничества железных дорог* – ОСЖД). Potrzebną liczbę sygnałów uzyskano przez wprowadzenie drugiego pasa świetlnego koloru pomarańczowego i opcjonalnie dwóch częstotliwości migania światła.

**Słowa kluczowe:** sygnalizacja kolejowa, sygnalizacja dla pociągów, sygnalizatory torowe, urządzenia sterowania ruchem kolejowym

## 1. Wstęp

Od momentu przystąpienia Polski do Unii Europejskiej, wspierającej finansowo nowe kraje członkowskie w modernizacji infrastruktury kolejowej, na sieci kolejowej PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. są wykonywane prace modernizacyjne, mające na celu zwiększenie prędkości pociągów przy jednoczesnym zapewnieniu wymaganego poziomu bezpieczeństwa ruchu. Modernizacja infrastruktury kolejowej PKP PLK S.A. obejmuje m.in. konstrukcję nawierzchni kolejowej, której przystosowanie do dużych prędkości polega na wzmocnieniu nawierzchni przez zastosowanie m.in. szyn ciężkiego typu, toru bezстыkowego oraz kruszywa lepszej jakości.

Skrócenie czasu jazdy pociągów na liniach kolejowych lub na ich odcinkach, wymaga także zwiększenia prędkości jazdy pociągów na stacjach. Prędkość przejazdu pociągów przez stacje ogranicza typ zastosowanych rozjazdów. Prędkość jazdy po torze zwrotnym rozjazdu zależy od parametrów geometrycznych rozjazdu, takich jak promień łuku toru w rozjeździe i związany z nim skos rozjazdu, określany jako iloraz 1:n. Dla rozjazdów o skosie 1:9 i promieniu łuku 190 m, mających największe zastosowanie na sieci PKP PLK S.A., maksymalna dopuszczalna prędkość jazdy po torze zwrotnym nie przekracza 40 km/h. Jazda po torze prostym, niezależnie od wartości skosu

rozjazdu, może odbywać się z największą prędkością dozwoloną na danym odcinku linii. Wyjątek stanowi rozjazd krzyżowy podwójny, w przypadku którego największa dozwolona prędkość po torze prostym jest równa 100 km/h.

W ostatnich latach na stacjach położonych na modernizowanych liniach kolejowych zarządzanych przez PKP PLK S.A. coraz częściej są stosowane rozjazdy o mniejszych skosach i dużych promieniach, umożliwiające jazdę pociągów po torze zwrotnym z prędkościami 80 km/h i 130 km/h. Obecnie stosowana sygnalizacja pociągowa nie uwzględnia takich prędkości i dlatego, w przypadku jazdy po torze zwrotnym takich rozjazdów, sygnalizowana jest zawsze niższa prędkość, co znacznie wydłuża czas przejazdu pociągu przez stację. Skrócenie tego czasu można osiągnąć przez wprowadzenie sygnalizacji pociągowej, umożliwiającej przekazywanie informacji o większej liczbie stopni prędkości jazdy po torach zwrotnych rozjazdów.

W artykule opisano sygnalizację świetlną pociągową trzystawną, umożliwiającą przekazywanie za pomocą sygnalizatora torowego informacji dotyczących siedmiu stopni prędkości. Zasady tej sygnalizacji opracowała Organizacja Współpracy Kolei OSŻD (ros. *Организация сотрудничества железных дорог* – ОСЖД), jednak dotychczasowe warunki eksploatacyjne nie wymagały jej wprowadzenia w pełnym zakresie na sieci PKP PLK S.A.

<sup>1</sup> Dr inż.; Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny, Wydział Transportu i Elektrotechniki, Radom; e-mail: m.bartczak@uthrad.pl.

## 2. Prędkości jazdy pociągów na rozjazdach

W celu określenia potrzebnej liczby stopni prędkości jazdy sygnalizowanych za pomocą semafora świetlnego, konieczna jest znajomość prędkości jazdy pociągów na rozjazdach, stosowanych w głowicach stacji i na innych posterunkach ruchu. Prędkości jazdy na torach zwrotnych rozjazdów zależą od wielkości skosu rozjazdu i promienia łuku. Rozjazdy, ze względu na ich skos oraz promień łuku, można podzielić na dwie zasadnicze grupy:

- 1) rozjazdy o dużych skosach i małych promieniach łuków, jak np. rozjazdy zwyczajne Rz S49-190-1:9 i Rz S49-300-1:9,
- 2) rozjazdy o małych skosach i dużych promieniach łuków, np. Rz S60-500-1:12 (rys. 1).



Rys. 1. Rozjazd zwyczajny o skosie 1:12 i promieniu łuku 500 m [fot. autora]

Rozjazdy o dużych skosach i małych promieniach łuków, występujące w większości na sieci PKP PLK S.A., umożliwiają jazdę z dużą prędkością tylko w kierunku prostym (wyjątkiem jest rozjazd krzyżowy podwójny Rkp). Jeżeli w drodze przebiegu znajduje się chociaż jeden taki rozjazd, to największa dozwolona prędkość jazdy po torze prostym jest równa 100 km/h.

Jazda pociągów na rozjazdach o małych skosach i dużych promieniach łuków, stosowanych na modernizowanych liniach kolejowych, może odbywać się z dużą prędkością zarówno w kierunku prostym, jak i zwrotnym. Rozjazdy te są stosowane w przypadku konieczności przejazdu pociągów z dużymi prędkościami w obu kierunkach [5] w szczególności:

- przy rozgałęzieniach linii kolejowych, na których duża liczba pociągów jadących z dużymi prędkościami jest skierowana na tor zwrotny,

- przy długich głowicach zwrotnicowych w grupach torów przyjazdowo-odjazdowych stacji osobowych, tj. gdy odległość od miejsca zatrzymania i duże przyspieszenia rozruchu zapewniają większe przyrosty prędkości na tej drodze,
- na mijankach, na których pociągi mogą krzyżować się bez zatrzymywania,
- na jednotorowych mostach położonych na liniach dwutorowych.

Maksymalna dopuszczalna prędkość jazdy na torze zwrotnym rozjazdu jest określona wzorem:

$$V = 3,6\sqrt{0,65 \cdot R},$$

gdzie:

- $V$  – maksymalna dopuszczalna prędkość jazdy na torze zwrotnym rozjazdu [km/h];
- $R$  – promień łuku w rozjeździe [m].

Przykładowo, obliczona z tego wzoru maksymalna, dopuszczalna prędkość jazdy na torze zwrotnym rozjazdu o promieniu łuku 190 m wynosi 40,01 km/h, a na torze zwrotnym rozjazdu o promieniu łuku 760 m jest równa 80,01 km/h.

Maksymalne dopuszczalne prędkości jazdy na torach zwrotnych rozjazdów stosowanych na sieci PKP PLK S.A. podano w tablicy 1 [7]. Łatwo zauważyć, że liczba stopni prędkości jazdy jest równa 5. Uwzględniając prędkość 0 km/h (sygnał „Stój”) oraz prędkość największą dozwoloną, minimalna liczba stopni prędkości wskazywanych za pomocą semafora świetlnego, odnoszących się do pierwszej drogi jazdy znajdującej się bezpośrednio za semaforem powinna wynosić 7. To oznacza, że zwiększenie liczby wskaźników sygnałowych w stosowanej obecnie sygnalizacji świetlnej dla pociągów można uzyskać w sposób prosty, oszczędny i niewymagający stosowania wskaźników podwyższenia prędkości W21 oraz zrozumiałych dla maszynistów prowadzących pojazdy kolejowe.

Tablica 1

Maksymalne dopuszczalne prędkości pociągów na torach zwrotnych rozjazdów [7]

Dopuszczalna prędkość na torze zwrotnym rozjazdu [km/h]	Skos rozjazdu	Promień łuku toru zwrotnego rozjazdu [m]
≤ 40	1:9	190, 300
≤ 60	1:12	500
≤ 80	1:14	760
≤ 100	1:18,5	1200
≤ 130	1:26,5	2500

### 3. Sygnalizacja świetlna pociągowa

#### 3.1. Sygnalizacja trzystawna sześciostopniowa

Sygnalizacja świetlna pociągowa stosowana obecnie na sieci zarządzanej przez PKP PLK S.A. jest uproszczoną wersją sygnalizacji świetlnej, opracowanej w latach sześćdziesiątych XX wieku w OSZD w celu zaspokojenia potrzeb eksploatacyjnych kolei w najbliższej przyszłości.

Sygnalizacja świetlna dla pociągów, opracowana w OSZD [1, 2, 4, 5], jest sygnalizacją trzystawną, sześciostopniową. Umożliwia przekazywanie za pomocą sygnalizatora torowego informacji o sześciu stopniach prędkości jazdy przez stację, odnoszących się do dwóch odstępów drogi, położonych za danym semaforem. Do przekazywania informacji zastosowano w niej następujące barwy światła: czerwoną, pomarańczową, zieloną i matowobiałą (białą) oraz pasy świetlne koloru zielonego i pomarańczowego. Liczba przekazywanych informacji została zwiększona przez wprowadzenie dwóch częstotliwości migania światła:

- miganie wolne – częstotliwość migania wynosi około 50 błysków na minutę,
- miganie szybkie – częstotliwość migania wynosi około 100 błysków na minutę.

Sygnalizacja świetlna pociągowa OSZD przekazuje informacje o sześciu następujących stopniach prędkości jazdy:

- 1) pierwszy stopień – prędkość jazdy jest równa 0 km/h (sygnał „Stój”),
- 2) drugi stopień – prędkość jazdy nie może przekraczać 40 km/h,
- 3) trzeci stopień – prędkość jazdy nie może przekraczać 60 km/h,
- 4) czwarty stopień – prędkość jazdy nie może przekraczać 90 km/h,
- 5) piąty stopień – prędkość jazdy nie może przekraczać 120 km/h,
- 6) szósty stopień – największa prędkość jazdy dozwolona dla danego odcinka linii kolejowej, wynosząca w zasadzie 160 km/h.

Dla czwartego i piątego stopnia ta sygnalizacja może być stosowana z tolerancją wynoszącą  $\pm 10$  km/h.

Stacyjny semafor świetlny trzystawny sześciostopniowy jest przedstawiony na rysunku 2. Semafor ma głowicę sygnałową pięciokomorową, pod którą umieszczono trzy pasy świetlne: skrajne koloru zielonego i środkowy koloru pomarańczowego.

Przeznaczenie poszczególnych komór świetlnych tego semafora jest następujące:

- 1) dwie komory górne światła zielonego i pomarańczowego przekazują informacje o stopniach

prędkości odnoszących się do drugiej drogi jazdy w stosunku do rozpatrywanego semafora, wskazywanych przez następny semafor,

- 2) dwie niżej położone komory światła czerwonego i pomarańczowego oraz trzy pasy świetlne, z których środkowy – jak już wspomniano – jest koloru pomarańczowego, a dwa skrajne są koloru zielonego, podają informacje o stopniach prędkości dla pierwszej drogi jazdy, która jest bezpośrednio położona za danym semaforem,
- 3) najniżej położona komora światła białego służy do podawania sygnału zastępczego. Komora ta jest wykorzystywana także do podawania sygnału zezwalającego na jazdę manewrową, jeżeli na semaforze taki sygnał ma być przekazywany (semafory drogowskazowe i wyjazdowe).



Rys. 2. Semafor świetlny trzystawny do sygnalizowania sześciu stopni prędkości jazdy [opracowanie własne]

W sygnalizacji OSZD przekazywanie informacji dotyczących stopni prędkości jazdy jest realizowane według następujących zasad:

- informacja jest przekazywana jednym lub dwoma światłami w głowicy semafora lub dwoma światłami w głowicy z jednym lub dwoma pasami świetlnymi,
- w przypadku przekazywania informacji dwoma światłami może migać tylko światło górne.

Na semaforze świetlnym sześciostopniowym mogą być przekazywane następujące wskazania dla pierwszej drogi jazdy, bezpośrednio położonej za semaforem:

- światło czerwone – prędkość jazdy jest równa 0 km/h,
- dolne światło pomarańczowe i jedno z sześciu rodzajów światła górnych – prędkość jazdy nie przekracza 40 km/h,
- dolne światło pomarańczowe i pas świetlny pomarańczowy oraz jedno z sześciu rodzajów światła górnych – prędkość jazdy nie przekracza 60 km/h,
- dolne światło pomarańczowe i pas świetlny zielony oraz jedno z sześciu rodzajów światła górnych – prędkość jazdy nie przekracza 90 km/h,

- dolne światło pomarańczowe i dwa pasy świetlne zielone oraz jedno z sześciu rodzajów świateł górnych – prędkość jazdy nie przekracza 120 km/h,
- brak dolnego światła i świeci się tylko jedno z sześciu rodzajów świateł górnych – prędkość maksymalna, w zasadzie nie przekraczająca 160 km/h.

Dla drugiej drogi jazdy za danym semaforem mogą być przekazywane następujące wskazania:

- górne światło pomarańczowe ciągle – następny semafor wskazuje prędkość 0 km/h,
- górne światło pomarańczowe wolno migające – następny semafor wskazuje prędkość nie przekraczającą 40 km/h,
- górne światło pomarańczowe szybko migające – następny semafor wskazuje prędkość nie przekraczającą 60 km/h,
- górne światło zielone wolno migające – następny semafor wskazuje prędkość nie przekraczającą 90 km/h,
- górne światło zielone szybko migające – następny semafor wskazuje prędkość nie przekraczającą 120 km/h,
- górne światło zielone ciągle – następny semafor wskazuje prędkość maksymalną, nie przekraczającą 160 km/h.

Wszystkie możliwe wskazania semafora świetlnego trzystawnego sześciostopniowego dla pierwszej i drugiej drogi jazdy zestawiono w tablicy 2. Całkowita liczba wskazań wynosi 31.

### 3.2. Sygnalizacja trzystawna pięciostopniowa

Jak wspomniano, stosowana na sieci PKP PLK S.A. sygnalizacja świetlna pociągowa jest uproszczoną wersją sygnalizacji świetlnej opracowanej w OSZD, ponieważ dotychczas stosowane rozjazdy umożliwiały jazdę po torze zwrotnym z prędkością zmniejszoną do 40 km/h lub 60 km/h. Sygnalizacja ta umożliwia przekazywanie informacji dotyczących pięciu stopni prędkości jazdy dla pierwszej drogi jazdy bezpośrednio położonej za semaforem [1–4, 6]:

- pierwszy stopień – prędkość jazdy jest równa 0 km/h,
- drugi stopień – prędkość jazdy nie może przekraczać 40 km/h,
- trzeci stopień – prędkość jazdy nie może przekraczać 60 km/h,
- czwarty stopień – prędkość jazdy nie może przekraczać 100 km/h,
- piąty stopień – największa prędkość jazdy dozwolona na danym odcinku linii kolejowej, równa 160 km/h.

Tablica 2

Sygnalizacja świetlna trzystawna sześciostopniowa OSZD

Prędkość przy pierwszym semaforze [km/h]	Prędkość przy drugim semaforze [km/h]					
	0	40	60	90	120	160 (Vmax)
0						
40						
60						
90						
120						
160 (Vmax)						

Legenda: – 50 błysków/min, – 100 błysków/min, – 50 błysków/min, – 100 błysków/min [opracowanie własne]



Rysunek 3 przedstawia stacyjny semafor świetlny trzystawny pięciostopniowy, stosowany na sieci PKP PLK S.A. Pod głowicą sygnałową tego semafora są umieszczone tylko dwa pasy świetlne: górny koloru zielonego i dolny koloru pomarańczowego.



Rys. 3. Semafor świetlny trzystawny do wskazywania pięciu stopni prędkości jazdy [opracowanie własne]

Na semaforze świetlnym trzystawnym pięciostopniowym mogą być przekazywane następujące wskazania dla pierwszej drogi jazdy za semaforem:

- światło czerwone – prędkość jazdy jest równa 0 km/h,
- dolne światło pomarańczowe i jedno z sześciu rodzajów światła górnych – prędkość jazdy nie przekracza 40 km/h,
- dolne światło pomarańczowe i pas świetlny pomarańczowy oraz jedno z sześciu rodzajów światła górnych – prędkość jazdy nie przekracza 60 km/h,
- dolne światło pomarańczowe i pas świetlny zielony oraz jedno z sześciu rodzajów światła górnych – prędkość jazdy nie przekracza 100 km/h,
- brak dolnego światła i świeci się tylko jedno z sześciu rodzajów światła górnych – prędkość maksymalna, nieprzekraczająca 160 km/h.

Dla drugiej drogi jazdy za danym semaforem mogą być przekazywane cztery wskazania:

- górne światło pomarańczowe ciągłe – następny semafor wskazuje prędkość 0 km/h,
- górne światło pomarańczowe migające – następny semafor wskazuje prędkość nie przekraczającą 40 km/h lub 60 km/h,
- górne światło zielone migające – następny semafor wskazuje prędkość nieprzekraczającą 100 km/h,
- górne światło zielone ciągłe – następny semafor wskazuje prędkość maksymalną, nieprzekraczającą 160 km/h.

Wskazania sygnałowe semafora świetlnego trzystawnego pięciostopniowego dla pierwszej i drugiej drogi jazdy podano w tabelicy 3. W tym przypadku całkowita liczba wskazań jest równa 17, gdyż światło

pomarańczowe migające jest wykorzystywane do sygnalizowania dwóch prędkości dotyczących drugiej drogi jazdy za semaforem (40 km/h i 60 km/h). Światło migające, niezależnie od jego barwy, jest zawsze światłem wolno migającym.

Tablica 3

**Sygnalizacja świetlna trzystawna pięciostopniowa PKP**

Prędkość przy pierwszym semaforze [km/h]	Prędkość przy drugim semaforze [km/h]			
	0	40/60	100	160 (Vmax)
0				
40				
60				
100				
160 (Vmax)				

Legenda: – 50 błysków/min, – 50 błysków/min [opracowanie własne]

### 3.3. Sygnalizacja świetlna trzystawna siedmiostopniowa

Sygnalizacja świetlna pociągowa, zaproponowana przez autora niniejszego artykułu, jest sygnalizacją trzystawną siedmiostopniową. Sygnalizacja ta ma na celu zwiększenie potrzebnej liczby wskazań sygnałowych na sygnalizatorach świetlnych istniejących na sieci PKP PLK S.A., w celu umożliwienia jazdy po torach zwrotnych rozjazdów także z prędkościami 80 km/h i 130 km/h. W porównaniu z sygnalizacją OSZD, w sygnalizacji siedmiostopniowej wprowadzono drugi, dodatkowy pas świetlny koloru pomarańczowego. Sygnalizacja trzystawna siedmiostopniowa przekazuje dodatkowo informacje o prędkościach 80 km/h i 130 km/h. Opracowana sygnalizacja siedmiostopniowa może być stosowana w wersji pełnej i uproszczonej.

Stacyjny semafor świetlny trzystawny siedmiostopniowy jest pokazany na rysunku 4. W odróżnieniu od semafora trzystawnego sześciostopniowego, przedstawionego na rysunku 2, pod głowicą sygnałową tego semafora znajdują się cztery pasy świetlne: dwa koloru zielonego

i dwa koloru pomarańczowego. Pasy świetlne są umieszczone naprzemiennie, aby przy jednoczesnym wyświetleniu dwóch pasów były one przedzielone pasem ciemnym (wygaszonym), podobnie jak przy sygnalizowaniu dwoma światłami. Górny pas świetlny jest koloru zielonego.



Rys. 4. Semafor świetlny trzystawny do wskazywania siedmiu stopni prędkości jazdy [opracowanie własne]

Wskazania podawane na semaforze świetlnym trzystawnym siedmiostopniowym, odnoszące się do pierwszej i drugiej drogi jazdy są podane w tablicy 4, z której wynika że do przekazywania wskazań dwoma pasami świetlnymi są wykorzystywane tylko pasy o jednakowej barwie. Informacje o prędkościach jazdy 0 km/h, 40 km/h, 60 km/h i 100 km/h oraz o prędkości maksymalnej są przekazywane w taki sam sposób jak w sygnalizacji obecnie stosowanej. Sygnały informujące o tych prędkościach, zamieszczonych w tablicy 4 są obramowane grubą linią. Prędkości 80 km/h i 130 km/h dla pierwszej drogi jazdy za danym semaforem są sygnalizowane dolnym światłem pomarańczowym i dwoma pasami świetlnymi koloru – odpowiednio pomarańczowego i zielonego, a dla drugiej drogi jazdy górnym światłem szybko migałym: pomarańczowym i zielonym. Liczba wskazań jest większa niż w sygnalizacji OSŻD i wynosi 37.

W uproszczonej sygnalizacji trzystawnej siedmiostopniowej stacyjny semafor świetlny trzystaw-

Tablica 4

Sygnalizacja świetlna trzystawna siedmiostopniowa wersja 1 pełna

Prędkość przy pierwszym semaforze [km/h]	Prędkość przy drugim semaforze [km/h]					
	0	40/60	100	160 (Vmax)	80	130
0						
40						
60						
100						
160 (Vmax)						
80						
130						

Legenda: – 50 błysków/min, – 100 błysków/min, – 50 błysków/min, – 100 błysków/min [opracowanie własne]

ny siedmiostopniowy może przekazywać takie same wskazania dla pierwszej oraz drugiej drogi jazdy, jak w sygnalizacji w wersji pełnej, przy czym dla drugiej drogi jazdy mogą być przekazywane dwa dodatkowe wskazania:

- górne światło pomarańczowe szybko migające – następny semafor wskazuje prędkość nie przekraczającą 80 km/h,
- górne światło zielone wolno migające – następny semafor wskazuje prędkość nie przekraczającą 100 km/h lub 130 km/h.

Wskazania na semaforze świetlnym trzystawnym siedmiostopniowym, odnoszące się do pierwszej i drugiej drogi jazdy podano w tablicy 5. Dla drugiej drogi jazdy światło szybko migające jest stosowane tylko do przekazywania informacji o prędkości 80 km/h, natomiast pozostałe prędkości (40/60 km/h

i 100/130 km/h) są sygnalizowane za pomocą światel wolno migających. W tym przypadku liczba wskazań wynosi 31, ponieważ światła migające: pomarańczowe i zielone są wykorzystywane do dwóch wskazań, odnoszących się do drugiej drogi jazdy.

Przy wykorzystaniu światła migającego pomarańczowego i zielonego do kilku wskazań możliwe jest zastosowanie tylko jednej częstotliwości migania (tabl. 6).

#### 4. Podsumowanie

Przedstawioną sygnalizację świetlną pociągową trzystawną siedmiostopniową opracowano na podstawie sygnalizacji świetlnej pociągowej OSZD. Sygnalizacja siedmiostopniowa umożliwia przekazywanie informacji dotyczących prędkości jazdy po torach zwrotnych rozjazdów stosowanych na sieci PKP PLK S.A.

Tablica 5

Uproszczona sygnalizacja świetlna trzystawna siedmiostopniowa, wersja 2

Prędkość przy pierwszym semaforze [km/h]	Prędkość przy drugim semaforze [km/h]				
	0	40/60	80	100/130	160 (Vmax)
0					
40					
60					
80					
100					
130					
160 (Vmax)					

Tablica 6

Uproszczona sygnalizacja świetlna trzystawna siedmiostopniowa, wersja 3

Prędkość przy pierwszym semaforze [km/h]	Prędkość przy drugim semaforze [km/h]			
	0	40/60	80/100/130	160 (Vmax)
0				
40				
60				
80				
100				
130				
160 (Vmax)				

Legenda: – 50 błysków/min, – 100 błysków/min, – 50 błysków/min [opracowanie własne]

Sygnały na sygnalizatorach świetlnych są przekazywane za pomocą odpowiedniego układu i barwy światła oraz dodatkowo dwóch częstotliwości migania światła. Generowanie różnych częstotliwości migania światła nie jest trudne w realizacji. Na przykład, w urządzeniach komputerowych sterowania ruchem kolejowym, można do tego celu wykorzystać układ czasowo-licznikowy, znajdujący się wewnątrz mikrokontrolera, który wchodzi w skład sterownika sygnałowego.

W przedstawionej sygnalizacji siedmiostopniowej, podobnie jak w stosowanej obecnie sygnalizacji pięciostopniowej, semafor, tarcza ostrzegawcza oraz sygnalizator powtarzający nie różnią się między sobą, gdyż sygnały przekazywane za pomocą światła na danym sygnalizatorze informują jednocześnie o sygnałach na następnym sygnalizatorze.

Opracowana sygnalizacja siedmiostopniowa charakteryzuje się także prostotą w odczytywaniu, łatwością zapamiętania i jednoznacznością przekazywanych informacji. Zostały w niej wykorzystane wszystkie obrazy sygnałowe stosowane w sygnalizacji pięciostopniowej. Ponadto, poszczególnym obrazom sygnałowym można przypisać różne wartości liczbowe prędkości dla pierwszej i drugiej drogi jazdy. Jej zaletą są również niskie koszty wdrożenia, ponieważ nie wymaga ona żadnych nowych urządzeń sygnalizacyjnych (np. wskaźników podwyższenia prędkości W21).

## Literatura

1. Dąbrowa-Bajon M.: *Podstawy sterowania ruchem kolejowym. Funkcje, wymagania, zarys techniki*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2014.
2. Dąbrowa-Bajon M., Apuniewicz S., Sobolewski J.: *Automatyzacja sterowania ruchem kolejowym*, Tom 1, Elementy i układy, Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 1983.
3. Instrukcja sygnalizacji Ie-1 (E-1), PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., Warszawa, 2019.
4. Karaś S.: *Elementy i układy sterowania ruchem kolejowym*, Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 1981.
5. Przystosowanie kolei do zwiększonych szybkości i dużych przewozów, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa, 1969.
6. Sterowanie ruchem kolejowym / koordynacja całości T. Ważyński [aut. S. Apuniewicz et.al.] Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa, 1970.
7. Tory, rozjazdy, skrzyżowania torów, Poradnik dla komisji kolejowych, Kultura bezpieczeństwa w transporcie kolejowym, Urząd Transportu Kolejowego, Warszawa, 2017.