

## SOCZEWKA SYGNALIZATORA KOLEJOWEGO W UJĘCIU FORMALNYM<sup>1</sup>

---

**Emilia Koper**

mgr inż., Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej, ul. Koszykowa 75, 00-662 Warszawa, tel.: +48 22 234 14 41, e-mail: eko@wt.pw.edu.pl

---

**Andrzej Kochan**

dr inż., Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej, ul. Koszykowa 75, 00-662 Warszawa, tel.: +48 22 234 14 41, e-mail: ako@wt.pw.edu.pl

---

**Streszczenie.** *Artykuł dotyczy aspektów formalnych związanych z soczewką sygnalizacyjną stosowaną w świetlnych sygnalizatorach kolejowych. Przedstawiono podstawowe informacje dotyczące soczewki stosowanej na polskiej sieci kolejowej. Nakreślono aktualne wymagania formalno-prawne dotyczące soczewki sygnalizacyjnej w kontekście procesu dopuszczenia do eksploatacji sygnalizatora kolejowego oraz weryfikacji spełnienia wymagań zasadniczych dla podsystemu sterowanie – urządzenia przytorowe. Wskazano różnice pomiędzy wymaganiami stawianymi soczewkom w normie, a wymaganiami jedynego w kraju producenta wyrobu. Dokonano także analizy i oceny tych różnic. Autorzy wskazali również zagadnienia wymagające rozważenia oraz uporządkowania.*

**Słowa kluczowe:** *soczewka sygnalizacyjna, certyfikacja urządzeń srk, interoperacyjność*

### 1. Wstęp

Soczewka sygnalizacyjna jest elementem świetlnego sygnalizatora kolejowego - urządzenia sterowania ruchem kolejowym, stosowanego powszechnie na kolejach polskich, objętego zgodnie z rozporządzeniem [10] obowiązkiem uzyskania świadectwa dopuszczenia do eksploatacji typu. Sygnalizator kolejowy jest jednym z podstawowych urządzeń sterowania ruchem kolejowym, niezbędnym do prowadzenia ruchu pociągów. Jego zadaniem jest przekazywanie maszyniście zmiennych w czasie informacji dotyczących zezwolenia lub zakazu na dalszą jazdę oraz informacji o warunkach dalszej jazdy.

Soczewka stanowi element każdego sygnalizatora kolejowego (świetlnego). Została ona wyróżniona w „starej” Liście Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego [6], jednak ma to swoje reperkusje w postaci problemów z weryfikacją spełnienia wymagań zasadniczych dotyczących interoperacyjności systemu kolei – podsystemu sterowanie - urządzenia przytorowe oraz nastrocza wątpliwości jednostkom dokonującym certyfikacji sygnalizatorów kolejowych oraz podsystemu sterowanie – urządzenia przytorowe. Tegoroczna nowelizacja Listy [7] również

---

<sup>1</sup> Wkład autorów w publikację: Koper E. 75%, Kochan A. 25%

nie rozwiązała zagadnienia zgodności soczewki sygnalizacyjnej ze stawianymi jej wymaganiami formalnymi. Problemy te opisano w rozdziale trzecim niniejszego artykułu.

## 2. Soczewka sygnalizacyjna – informacje ogólne

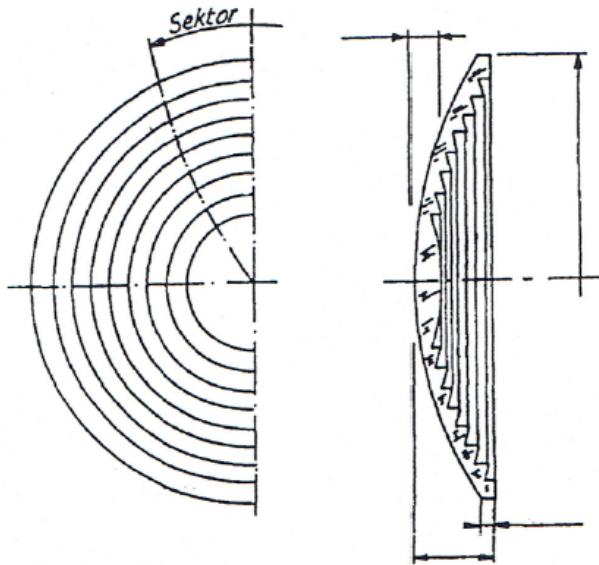
Rolą soczewki sygnalizacyjnej jest przekazanie sygnału o danej barwie, skupienie strumienia, tak by padał on równolegle do osi optycznej soczewki (lub został kierowany do oczu maszynisty znajdującego się na łuku lub „pod sygnalizatorem”) oraz zapewnienie widoczności przekazywanego sygnału. Aspekty te są silnie związane z bezpieczeństwem ruchu kolejowego, ponieważ widoczność i rozpoznawalność wskazań sygnalizatorów determinują sposób prowadzenia pociągu przez maszynistę – a więc regulację prędkości. Brak odpowiedniej widoczności i rozpoznawalności wskazań może doprowadzić do wystąpienia niebezpiecznej sytuacji ruchowej [5].

W [12] zdefiniowano wymagania dotyczące widoczności i rozpoznawalności sygnałów przekazywanych przez sygnalizatory kolejowe. Sygnalizatory kolejowe powinny, w związku z pełnioną funkcją, zapewniać:

- widoczność wskazań z ustalonej przepisami odległości, zarówno w dzień jak i w nocy,
- sygnał wysyłany przez sygnalizator musi trafić do oczu maszynisty w takim czasie, by możliwe było płynne dostosowanie prędkości do wyświetlanych wskazań.

Sygnał powinien cechować się odpowiednimi parametrami oraz być przekazywany w taki sposób, aby został nie tylko spostrzeżony, lecz by również jego barwa mogła być bezbłędnie rozpoznana z odległości pozwalającej na odpowiednią reakcję maszynisty zgodną z nadawanym sygnałem świetlnym [5]. Stąd też istotnym jest zapewnienie pewnych parametrów fotometrycznych związanych z soczewką sygnalizacyjną.

W celu zwiększenia odległości widoczności sygnału bez zwiększania mocy źródła światła układ optyczny sygnalizatora kolejowego zostaje wyposażony w soczewki, które pośredniczą w wysyłaniu strumienia świetlnego równolegle do osi optycznej soczewki. Ponadto, aby zniwelować skalę absorpcji oraz zmniejszyć masę soczewki, na polskiej sieci kolejowej stosuje się soczewki schodkowe, jednostronnie wypukłe. Schodki te mogą znajdować się po wewnętrznej lub zewnętrznej stronie soczewki. W kolejnictwie polskim stosuje się układ dwóch soczewek Fresnella – wewnętrznej – barwnej – stanowiącej źródło barwy sygnału oraz zewnętrznej – bezbarwnej. Obie soczewki są umocowane na stałe i nie mogą być w stosunku do siebie regulowane. Soczewki wewnętrzna oraz zewnętrzna różnią się między sobą nie tylko barwą, lecz również średnicą. Na rys. 1 przedstawiono widok zewnętrznej soczewki Fresnella z sektorem odchylającym.



Rys.1. Zewnętrzna soczewka Fresnela z sektorem odchylającym

Źródło: opracowanie własne na podstawie [3]

Dla sygnalizatora wymaga się zapewnienia odpowiedniego strumienia świetlnego wysyłanego do oczu maszynisty znajdującego się na łuku lub „pod” sygnalizatorem. W tym celu stosuje się soczewki z sektorem odchylającym o kącie  $55^\circ$ , którego zadaniem jest skierowanie części strumienia w odpowiednim kierunku (w kierunku oczu maszynisty).

### 3. Lista Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego

Rozporządzenie 720 [10] wymienia urządzenia, dla których wymagane jest uzyskanie świadectwa dopuszczenia do eksploatacji typu. Wykaz właściwych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, których wymagania powinny zostać sprawdzone i spełnione w ramach procesu certyfikacji urządzeń sterowania ruchem kolejowym przedstawiono w „Liście Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego” [6] (zwanej dalej LPU). Lista ta stanowi jednocześnie wykaz specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych będących podstawą do weryfikacji spełnienia wymagań zasadniczych zdefiniowanych w dyrektywie o interoperacyjności systemu kolei [1] - w procesie weryfikacji interoperacyjności systemu kolei zgodnie z prawem krajowym. W styczniu 2017 roku wspomniana lista została znowelizowana [7]. Wziąwszy pod uwagę, iż dotychczasowa lista [6] - w przypadku wybranych inwestycji - nadal obowiązuje, na potrzeby niniejszego artykułu przyjęto dla niej określenie „dotychczasowa” lub „stara LPU”. Listę znowelizowaną nazwano „nową LPU” [7]. Zgodnie z [7] lista dotychczasowa może mieć zastosowanie w odniesieniu do inwestycji infrastrukturalnych, na zaprojekt-

owanie których ogłoszono przetarg przed dniem opublikowania „nowej listy”. W przypadku inwestycji infrastrukturalnych, które nie są realizowane w trybie przetargowym, lista dotychczasowa może mieć zastosowanie, jeżeli przed dniem opublikowania „nowej listy” podpisana została umowa na zaprojektowanie tego projektu. Dotychczasowa LPU w związku ze wspomnianą podwójną rolą nie rozdzielala wymagań stawianych urządzeniom od wymagań stawianych podsystemowi sterowanie – urządzenia przytorowe. Zaś „nowa LPU” rozgranicza wymagania weryfikowane w dwóch niezależnych procesach: certyfikacji urządzeń oraz certyfikacji podsystemów kolejowych.

#### 4. Soczewka sygnalizacyjna - aspekty formalne

Soczewka sygnalizacyjna została wyróżniona na „starej LPU” [6], jako jeden z szesnastu parametrów podstawowych dla podsystemu strukturalnego sterowanie – urządzenia przytorowe. W tab. 1 przedstawiono wybrane wymagania sformułowane w LPU wraz z dokumentami odniesienia.

*Tabela 1. Przykładowe wymagania związane z interoperacyjnością systemu kolei wraz z dokumentami odniesienia*

L.p.	Wymaganie	Dokument odniesienia	Wymaganie zasadnicze				
			Bezpieczeństwo	Niezawodność i dostępność	Ochrona środowiska	Zdrowie	Zgodność techniczna
1.	Wskazania sygnalizatorów	Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 18 lipca 2005 r. w sprawie ogólnych warunków prowadzenia ruchu kolejowego i sygnalizacji - dział III Instrukcja sygnalizacji Ie1	X				
2.	Widoczność i rozpoznawalność sygnałów	Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane - art. 7 Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 10 września 1998 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle kolejowe i ich usytuowanie § 116 Ie-4 (WTB-E10) Wytyczne techniczne budowy urządzeń sterowania ruchem kolejowym Norma BN-3506-32 Latarnie sygnałowe i semaforów świetlnych karzełkowe EHA-1 Wymagania i badania Wymagania techniczne dla wskaźników i tablic sygnałowych Ie-102	X				
3.	Soczewka sygnalizacyjna	Norma PN-79-B-13065 Szkło sygnalizacyjne Soczewki Fresnella	X				

*Źródło: opracowanie własne na podstawie [6]*

Zgodnie z tabelą 1, spełnienie wymagania zasadniczego jakim jest bezpieczeństwo, dla wymagania „soczewka sygnalizacyjna” wymaga weryfikacji pod kątem spełnienia zapisów normy [9]. Należy zwrócić uwagę na to, iż soczewka sygnalizacyjna jest jedynym przypadkiem na „starej” LPU [6], dla którego zdefiniowano wyłącznie jeden dokument odniesienia. Jest to istotne oraz problematyczne. Kwestii tej nie rozwiązano także w „nowej LPU” [7] (rys. 2).

Lp.	ROZWIĄZANIA AKCEPTOWANE wg WYMAGAŃ KRAJOWYCH	KRAJOWE WYMAGANIA, SPECYFIKACJE TECHNICZNE I DOKUMENTY NORMALIZACYJNE
1	2	3
8	sygnalizatorów kolejowych	<p><u>Wymagania Rozp. 720: § 13 ust. 1 pkt 1, ust. 2 pkt 1</u>  <u>Wskazania sygnalizatorów:</u>  Rozporządzenie w sprawie warunków prowadzenia ruchu (patrz zał. A-1)  <u>Widoczność i rozpoznawalność sygnałów:</u>  Rozporządzenie w sprawie warunków technicznych (patrz zał. A-1), BN-3506-32  <b>Soczewki sygnalizacyjne: PN-79-B-13065</b>  <u>Rozmieszczenie sygnalizatorów:</u>  Rozporządzenie w sprawie warunków technicznych (patrz zał. A-1)  Rozporządzenie w sprawie warunków prowadzenia ruchu (patrz zał. A-1)  PN-EN 50121-1:2015-10, PN-EN 50121-4:2015-10, PN-EN 50122-1:2011, PN-EN 50122-2:2011, PN-EN 50122-3:2011, PN-EN 50124-1:2007, PN-EN 50124-2:2007, PN-EN 50125-3:2003, PN-EN 55011:2016-05, PN-EN 55024:2011, PN-EN 60950-1:2007, PN-EN 61000-4-2:2011, PN-EN 61000-4-3:2007, PN-EN 61000-4-4:2013-05, PN-EN 61000-4-5:2014-10, PN-EN 61000-4-6:2014-04, PN-EN 61000-4-8:2010, PN-EN 61000-4-9:1998, PN-EN 61000-4-11:2007, PN-EN 61000-4-29:2004, PN-EN 61000-6-2:2008, PN-EN 61000-6-4:2008/A1:2012, PN-HD 60364-4-442:2012, PN-HD 60364-4-443:2016-03, PN-HD 60364-4-444:2012, PN-HD 60364-5-54:2011, PN-EN 62305-1:2011, PN-EN 62305-2:2012, PN-EN 62305-3:2011, PN-EN 62305-4:2011</p> <p><u>Wymagania Rozp. 720: § 13 ust. 1 pkt 2</u>  <u>Analiza wyników prób eksploatacyjnych</u></p> <p><u>Wymagania Rozp. 720: § 13 ust. 1 pkt 3</u>  Badanie interfejsów z urządzeniami powiązаныmi, dla których wymagane jest uzyskanie świadectwa dopuszczenia do eksploatacji typu</p>

Rys.2. Fragment „nowej LPU” dotyczący wymagań dla sygnalizatora kolejowego [7]

Polski Komitet Normalizacyjny (PKN) wycofał ze stosowania normę PN-79-B-13065 [9] z dniem 25 sierpnia 2015 roku. Analizę tego, czy stosowanie norm jest obligatoryjne, czy też nie - w pracy pominięto. Ponadto ważnym aspektem jest, iż na polskim rynku działa tylko jeden producent soczewek Fresnella, stosowanych w kolejnictwie. Co więcej producent ten nie produkuje wyrobów zgodnych z normą [9], lecz zgodną z dokumentem wewnętrznym – Warunki Techniczne Odbioru (WTO) [3,4]. Ów producent uzyskał świadectwo dopuszczenia do eksploatacji dla soczewki sygnalizacyjnej zewnętrznej (Fz) oraz wewnętrznej (Fw) [2]. Dokumentacją techniczną soczewki, wskazaną w świadectwie są wspomniane dokumenty producenta – WTO dla soczewki zewnętrznej i wewnętrznej. Istnieją jednak różnice pomiędzy normą [9] a wymaganiami wewnętrznymi producenta przedstawionymi w [3,4].

Norma [9], jako dokument wymieniony na LPU [6,7], powinna określić zestaw wymagań dla soczewki, weryfikowanych w ramach procesu dopuszczenia do eksploatacji sygnalizatora kolejowego. Niemniej soczewka sygnalizacyjna nie została wyodrębniona w rozporządzeniu [10] w sprawie dopuszczania do eksploatacji usrk, jako element niezależny.

Zdaniem autorów analizę wymagań dla soczewki sygnalizacyjnej należy prowadzić w ramach oceny sygnalizatora kolejowego. Wynika to z faktu, iż soczewka

(układ dwóch soczewek) wraz ze źródłem światła stanowią element układu optycznego sygnalizatora kolejowego. Warto również zwrócić uwagę na to, iż Lista Prezesa UTK [6] nie wyróżnia pozostałych poszczególnych elementów sygnalizatora, takich jak wspomniane źródło światła, czy maszt sygnalizatora. Może to wynikać z faktu, iż elementy te nie mają bezpośredniego wpływu na zapewnienie interoperacyjności systemu kolei. Ponadto pierwotnym celem opracowania LPU, było wykorzystanie jej w procesie weryfikacji interoperacyjności według prawa krajowego. Inną propozycją jest wyodrębnienie w LPU wymagania „układ optyczny” - rozpatrywany całościowo, co miałoby zastąpić dotychczas wyodrębnioną „soczewkę sygnalizacyjną”. Rzeczony układ optyczny miałby spełniać określone wymagania fotometryczne. Problem jest o tyle istotny, że przedmiotowa soczewka Fresnella wykorzystywana jest powszechnie w żarowej sygnalizacji świetlnej oraz w związku z brakiem wymagań dla soczewki dedykowanej sygnalizatorom LED-owym – w sygnalizatorach o niezarowym źródle światła.

Wybrane aspekty poruszone w normie dedykowanej soczewce [9] są również przytoczone w normie branżowej dedykowanej sygnalizatorom [8]. Norma [8] została wymieniona na LPU [6,7], jako dokument odniesienia dla sygnalizatora kolejowego oraz jest powszechnie stosowana przez producentów sygnalizatorów kolejowych. Traktuje ona nt. badań, sprawdzeń jakie powinien przejść sygnalizator kolejowy, instalowany na sieci kolei. Część wymagań dotyczy aspektów fotometrycznych, a więc związanych z układem optycznym (w tym soczewką) sygnalizatora. Norma [8] obliuguje producentów sygnalizatorów kolejowych do realizacji prób pełnych i/lub niepełnych. Zasady doboru rodzaju prób przedstawiono w normie [8]. Niemniej producenci sygnalizatorów kolejowych realizują wspomniane próby, czego dowodem są protokoły z badań pełnych i/lub niepełnych. Spełnienie wymagań przez urządzenie (jako całość) zwalnia w pewnym sensie soczewkę z konieczności osiągnięcia, czy posiadania pewnych parametrów. Dlatego też w analizie przedstawionej poniżej złagodzone część wymagań stawianych bezpośrednio soczewce na rzecz spełnienia wymagań przez całe urządzenie, jakim jest sygnalizator.

W podrozdziałach 3.1, 3.2 podjęto próbę analizy różnic pomiędzy wymaganiami normy [9] oraz WTO [3,4].

#### *4.1. Różnice pomiędzy wymaganiami normatywnymi oraz wymaganiami producenta – soczewka wewnętrzna*

Powyżej wspomniano o różnicach zauważonych dla wymagań stawianych przez normę [9] oraz wymagań wewnętrznych producenta soczewek. Rozbieżności zauważyć można zarówno dla soczewki większej – zewnętrznej, jak również mniejszej – wewnętrznej. Różnice dotyczą zarówno gabarytów, aspektów fotometrycznych, jak również związanych z badaniem, czy pakowaniem wyrobów. W tab. 2 zaprezentowano owe różnice dla soczewki wewnętrznej oraz przeanalizowano ich znaczenie.

**Tabela 2. Różnice występujące pomiędzy normą PN-79/B-13065 [9] oraz WTO producenta [4], dotyczące: wymiarów, aspektów fotometrycznych, sposobu badania próbek oraz pakowania wyrobu**

Lp.	Wymaganie/ parametr	PN-79/B-13065 [9]	WTO [4]
1.	2.	3.	4.
1.	Główne wymiary soczewki	- Średnica: $\Phi 140^{+0,8}_{-1,5}$ [mm] - Promień R czaszy będącej powierzchnią wewnętrzną: 122 [mm] - Odległość ogniska od krawędzi soczewki (w osi optycznej): $74 \pm 4$ .	- Średnica: $\Phi 139^{+0,5}_{-1,5}$ [mm] - Promień R czaszy będącej powierzchnią wewnętrzną: 117 [mm] - Odległość ogniska od krawędzi soczewki (w osi optycznej): $78 \pm 4$ .
	Uwagi	Wskazane różnice są niewielkie. Soczewki zgodne z WTO [4] będą kompatybilne wymiarowo z komorami sygnalizatorów, produkowanymi pod kątem soczewki zgodnej z WTO [4] i z PN [9]. Maksymalna różnica średnicy soczewki wynosi 10,5 [mm], minimalna różnica średnicy soczewki wynosi 0 [mm]. Maksymalna różnica w odległości ogniska od krawędzi soczewki wynosi 12 [mm], minimalna różnica w odległości ogniska od krawędzi soczewki wynosi 0 [mm]. Producenci sygnalizatorów kolejowych, wykorzystujących w swej konstrukcji soczewki zgodne z WTO [4] deklarują w swych dokumentacjach techniczno-ruchowych zgodność pomiędzy gabarytami soczewki a otworem, w którym montowana jest soczewka. Różnice w odległości ogniska od krawędzi soczewki są niewielkie. Parametr zostaje skompensowany poprzez regulację układu optycznego sygnalizatora, w tym wzajemne położenie źródła światła sygnalizatora oraz soczewek sygnalizacyjnych. Regulacja odbywa się w warunkach laboratoryjnych. Dodatkowo ma ona miejsce w przypadku ingerencji w układ optyczny sygnalizatora, spowodowany np. konserwacją urządzenia, o ile istnieją przesłanki dotyczące nieprawidłowego położenia żarówki w komorze.	
2.	Współrzędne trójchromatyczne	Punkt numer 3 barwy zielonej ma współrzędną $x=0,321$ .	Punkt numer 3 barwy zielonej ma współrzędną $x=0,329$ .
	Uwagi	Różnica jest niewielka. Produkowane soczewki mogą wysyłać w określonych w WTO [4] i PN [9] warunkach strumień o barwie zielonej z nieznacznie większego zakresu współrzędnych trójchromatycznych. Różnica ta jest niezauważalna.	
3.	Współczynnik przepuszczalności światła	- Dla czerwonej SFwI (soczewka wewnętrzna, stosowana przy szybkościach pociągów do 140km/h): minimum 7%, - dla czerwonej SFwII (soczewka wewnętrzna, stosowana przy szybkościach pociągów powyżej 140km/h): minimum 12%, - dla zielonej SFwI: minimum 8%, - dla zielonej SFwII: minimum 14%.	- dla czerwonej: minimum 8%, - dla zielonej: minimum 14%.
	Uwagi	WTO [4] producenta nie definiuje prędkości maksymalnej, dla której mogą być stosowane soczewki. W przypadku soczewki wewnętrznej, zgodnej z WTO [4] – zarówno czerwonej jak i zielonej - stosowanej dla prędkości mniejszych niż 140km/h współczynnik przepuszczalności światła jest większy lub równy od wymagania przedstawionego w normie [9]. W przypadku soczewki wewnętrznej stosowanej dla prędkości większych niż 140 km/h współczynnik przepuszczalności światła: - dla soczewki czerwonej produkowanej zgodnie z WTO [4] jest mniejszy niż współczynnik wymagany przez normę [9]. Przepuszczalność szkła ma wpływ na moc sygnału świetlnego emitowanego przez sygnalizator. Różnica w wymaganiach jest niewielka. Natomiast światłość poosiowa danej komory jest weryfikowana podczas badań sygnalizatora.  - dla soczewki zielonej wymagania w dokumentach są spójne.  Warto zaznaczyć, iż parametr ma wpływ na widoczność wskazania. Aspekt ten jest również weryfikowany podczas instalacji oraz odbiorów sygnalizatora kolejowego.	



4.	Odporność chemiczna na działanie wody	Zgodnie z PN-65/S-13085 – co najmniej IV klasa	Zgodnie z PN-ISO 719:1994 – co najmniej IV klasa
	Uwagi	Klasyfikacja stopnia odporności chemicznej na działanie wody w ww. dokumentach jest spójna.	
5.	Cechowanie	Odmienne sposoby cechowania soczewek.	
	Uwagi	Różnica zapisów w dokumentach nie ma wpływu na parametry strumienia świetlnego. Różnica ta, nie ma zdaniem autorów, wpływu na spełnienie wymagań zasadniczych.	
6.	Pakowanie	Odmienne sposoby pakowania soczewek	
	Uwagi	Norma [9] dopuszcza odmienne sposoby pakowania soczewek. Nie ma to wpływu na parametry strumienia świetlnego. Różnica ta, nie ma zdaniem autorów, wpływu na spełnienie wymagań zasadniczych.	
7.	Badania	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Odmienne sposoby pobierania próbek.</li> <li>- Odmienne ocena wyników badań.</li> <li>- W WTO [4] występuje podział na badania pełne i niepełne.</li> </ul>	
	Uwagi	Zakres badań i metody ich wykonywania są określone w podobny sposób. W [9] dopuszczalna była sytuacja występowania w próbce sztuk z defektem. Zgodnie z WTO [4] wszystkie soczewki muszą przejść badania niepełne z wynikiem pozytywnym oraz wszystkie próbki pobrane podczas badania pełnego muszą przejść badania z wynikiem pozytywnym	

*Źródło: opracowanie własne*

#### *4.2. Różnice pomiędzy wymaganiami normatywnymi oraz wymaganiami producenta – soczewka zewnętrzna*

Różnice pomiędzy wymaganiami opisanymi w normie [9] oraz WTO [3] opisano w tab. 3. Podobnie jak w punkcie 4.1 dokonano analizy znaczenia rozbieżności, tym razem dla soczewki zewnętrznej.

*Tabela 3. Różnice występujące pomiędzy normą PN-79/B-13065 [9] oraz WTO producenta [3], dotyczące: wymiarów, aspektów fotometrycznych, sposobu badania próbek oraz pakowania wyrobu*

Lp.	Wymaganie/parametr	PN-79/B-13065 [9]	WTO [3]
1.	2.	3.	4.
1.	Główne wymiary soczewki	Odległość ogniska od krawędzi soczewki (w osi optycznej): 120±10 [mm]	
	Uwagi	Odległość ogniska od krawędzi soczewki (w osi optycznej): 137±10 [mm]	
2.	Współczynnik przepuszczalności światła	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dla soczewki SFzrI: (soczewka zewnętrzna, stosowana przy szybkościach pociągów do 140 km/h): 75%</li> <li>- Dla soczewki SFzrII: (soczewka zewnętrzna, stosowana przy szybkościach pociągów powyżej 140 km/h): 85%</li> </ul>	
	Uwagi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Minimalna wartość wyższa niż 85%</li> </ul> <p>WTO [3] producenta nie definiuje prędkości maksymalnej, dla której mogą być stosowane soczewki.</p> <p>W przypadku soczewki zewnętrznej, zgodnej z WTO [3] – zarówno czerwonej jak i zielonej - stosowanej dla prędkości mniejszych oraz większych niż 140 km/h współczynnik przepuszczalności światła jest większy lub równy wymaganiom przedstawionym w normie [9].</p>	



3.	Natężenie oświetlenia	- SFzrI min: 150 lx - SFzrII min 350 lx	- Światłość poosiowa nie mniejsza niż 7500 cd
	Uwagi	Istnieją rozbieżności w zakresie wymaganego natężenia oświetlenia (a tym samym światłości poosiowej). Wymagane minimum 150 lx jest spełnione dla soczewek Fresnella SFzrI, natomiast wymóg minimum 350 lx dla soczewek SFzrII może okazać się niespełniony, jeśli światłość poosiowa przyjmie wartość z przedziału 7500 – 8750 cd. Należy jednak wziąć pod uwagę fakt, iż zgodnie z [7] wymagana światłość poosiowa wynosi min. 1118 cd, co pozwala na uzyskanie zasięgu widoczności sygnalizatora 536 m. Dlatego nadrzędnym parametrem uznaje się światłość poosiową, pozwalającą osiągnąć wymaganą widoczność.	
4.	Odporność chemiczna na działanie wody	Zgodnie z PN-65/S-13085 – co najmniej IV klasa	Zgodnie z PN-ISO 719:1994
	Uwagi	Klasyfikacja stopnia odporności chemicznej na działanie wody w ww. dokumentach jest spójna.	
5.	Cechowanie	Odmiennej sposób cechowania soczewek	
	Uwagi	Różnica zapisów w dokumentach nie ma wpływu na parametry strumienia świetlnego. Różnica ta, nie ma zdaniem autorów, wpływu na spełnienie wymagań zasadniczych.	
6.	Pakowanie	Odmiennej sposób pakowania soczewek	
	Uwagi	Norma [9] dopuszcza odmienne sposoby pakowania soczewek. Nie ma to wpływu na parametry strumienia świetlnego. Różnica ta, nie ma zdaniem autorów, wpływu na spełnienie wymagań zasadniczych.	
7.	Badania	- Odmiennej sposób pobierania próbek. - Odmiennej ocena wyników badań. - W WTO [3] występuje podział na badania pełne i niepełne.	
	Uwagi	Zakres badań i metody ich wykonywania są określone w podobny sposób. W [9] dopuszczalna była sytuacja występowania w próbce sztuk z defektem. Zgodnie z WTO [3] wszystkie soczewki muszą przejść badania niepełne z wynikiem pozytywnym oraz wszystkie próbki pobrane podczas badania pełnego muszą przejść badania z wynikiem pozytywnym.	

*Źródło: opracowanie własne*

Analizę znaczenia rozbieżności przedstawiono w tabelach 2 oraz 3. Podsumowując, pewne różnice wskazane w tych tabelach mogą zostać uznane za nieznaczące, pod warunkiem, iż aspekty te są weryfikowane i spełnione przez sygnalizator kolejowy. Zdaniem autorów, wymagania fotometryczne, takie jak: przepuszczalność świetlna, natężenie oświetlenia (a tym samym światłość poosiowa), mające bezpośredni wpływ na jakość sygnału świetlnego, muszą zostać spełnione przez urządzenie. Powyższe aspekty są o tyle istotne, iż mają one wpływ na bezpieczeństwo prowadzenia ruchu. Część rozbieżności zdaniem autorów nie ma wpływu na spełnienie wymagań zasadniczych. Różnice te dotyczą następujących wymagań: gabaryty soczewki, współrzędne trójchromatyczne dla barwy zielonej – z racji, iż rozbieżności pomiędzy normą [9] oraz WTO producenta [3,4] są niewielkie. Co więcej, zdaniem autorów rozbieżności stwierdzone dla wymagań: cechowanie, pakowanie, badanie nie mają wpływu na cechy soczewek. Reasumując, wymagania związane z aspektami fotometrycznymi powinny zdaniem autorów być spełnione przez sygnalizator kolejowy. Natomiast soczewka sygnalizacyjna powinna umożliwiać osiągnięcie wymaganych parametrów przez wspomniane urządzenie.

## 5. Podsumowanie

W artykule opisano problem natury formalnej związany z soczewką sygnalizacyjną. Stwierdzono, iż istnieją rozbieżności pomiędzy jedynym i jednocześnie nieaktualnym dokumentem normatywnym dedykowanym soczewce, a wyrobem produkowanym przez jedynego w kraju dostawcę – producenta soczewek. Oznacza to, iż aktualnie nie ma w Polsce producenta, który produkowałby soczewki sygnalizacyjne, zgodne z normą [9].

Autorzy dokonali analizy różnic w specyfikacjach. Stwierdzone różnice nie są znaczące, zwłaszcza, iż zdaniem autorów należy rozważać wymagania dla sygnalizatora całościowo – bez wyodrębnienia soczewki sygnalizacyjnej, jako indywidualnego elementu. Nie zmienia to jednak faktu, iż sygnalizator kolejowy powinien spełniać odpowiednie wymagania fotometryczne, na których osiągnięcie ma wpływ zastosowana soczewka. Należy także zwrócić uwagę na to, iż LPU nie wyodrębnia pozostałych elementów, tworzących układ optyczny sygnalizatora.

Zdaniem autorów z punktu widzenia zapewnienia interoperacyjności systemu kolei istotne jest, aby wymagania dotyczyły całego układu optycznego sygnalizatora zamiast wyłącznie elementu tego układu, jakim jest soczewka sygnalizatora kolejowego. Alternatywą jest uzupełnienie w zakresie układu optycznego wymagań stawianych sygnalizatorom kolejowym.

Soczewki Fresnella zewnętrzne SFZ i wewnętrzne SFW produkowane przez jedynego producenta w kraju, posiadają bezterminowe świadectwo dopuszczenia do eksploatacji o numerze U/2001/0169 [2], wydane przez Główny Inspektorat Kolejowy. Dokumentacją techniczną wskazaną w przedmiotowym świadectwie nie jest norma [9], lecz wymagania wewnętrzne producenta WTO.

Zarówno "stara Lista Prezesa", jak i jej tegoroczna nowelizacja wskazują normę [9], jako dokument odniesienia dla soczewki sygnalizacyjnej. Pomija się w dyskusjach rzeczywisty problem mający miejsce w przypadku soczewki oraz jej zgodności z normą. Reperkusją tego może być uznanie wszystkich soczewek sygnalizacyjnych za nieinteroperacyjne, co interpretować można jako brak interoperacyjnych sygnalizatorów stosowanych na kolejach polskich lub nałożenie odpowiedzialności za rozwiązanie zagadnienia na jednostki notyfikowane, dokonujące oceny podsystemu sterowanie – urządzenia przytorowe. Ponadto wskazana sytuacja może nastroić problemów jednostce organizacyjnej realizującej proces dopuszczenia do eksploatacji sygnalizatora kolejowego, ponieważ brak zgodności soczewki sygnalizacyjnej ze stawianymi wymaganiami może doprowadzić do uznania sygnalizatora za niezgodny z wymaganiami przedstawionymi w LPU.

Reasumując, zdaniem autorów zasadnym jest opracowanie specyfikacji technicznej i/lub normy dla sygnalizatora kolejowego, które to uwzględniłyby rzeczywiste potrzeby w tym zakresie oraz niestanowiące przepisów martwych.

## Bibliografia

- [1] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/57/WE z dnia 17 czerwca 2008 r. w sprawie interoperacyjności systemu kolei we Wspólnocie.
- [2] Główny Inspektorat Kolejnictwa, U/2001/0169. Świadectwo dopuszczenia do eksploatacji urządzenia przeznaczonego do prowadzenia ruchu kolejowego, Warszawa, 2001.
- [3] Huta Szkła w Jaśle S.A., WTO-2001/SFZ-212. Soczewka Fresnella zewnętrzna z sektorem odchyłającym.
- [4] Huta Szkła w Jaśle S.A., WTO-84/SFW-139. Soczewka Fresnella wewnętrzna. Bezbarwna oraz kolorowa.
- [5] Koper E., Opracowanie specyfikacji technicznej dla sygnalizatora kolejowego wykorzystującego źródło światła LED, Praca dyplomowa magisterska, Warszawa 2016.
- [6] Lista Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego w sprawie właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, których zastosowanie umożliwia spełnienie zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności systemu kolei.
- [7] Lista Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego w sprawie właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, których zastosowanie umożliwia spełnienie zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności systemu kolei z dnia 19 stycznia 2017 r.
- [8] Norma BN-89-3506-32. Norma Branżowa. Urządzenia zabezpieczenia ruchu kolejowego. Latarnie sygnałowe i semafony świetlne karzełkowe EHA-1. Wymagania i badania.
- [9] Norma PN-79/B-13065. Szkło sygnalizacyjne. Soczewki Fresnella.
- [10] Rozporządzenie MliR z dnia 13 maja 2014 r. w sprawie dopuszczania do eksploatacji określonych rodzajów budowli, urządzeń i pojazdów kolejowych, 30 maja 2014 r. Poz.720.
- [11] Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 27 grudnia 2012 r. w sprawie wykazu właściwych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, których zastosowanie umożliwia spełnienie zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności systemu kolei (Dz.U. poz. 43).
- [11] Ustawa z dnia 28 marca 2003 r. o transporcie kolejowym (Dz. U. z 2016 r. poz. 1727, z późn. zm.).
- [12] Wytyczne techniczne budowy urządzeń srk. Ie-4 (WTB-E10); Warszawa 2017.

