

### 3. Warunki techniczne

W niniejszych warunkach technicznych stosowania urządzeń sygnalizacyjnych określono:

- rodzaje sygnalizatorów,
- wymagania funkcjonalne dla urządzeń sterujących,
- wymagania funkcjonalne dla urządzeń nadających sygnały i dla detektorów,

— wymagania funkcjonalne dla urządzeń pomocniczych.

Konstrukcje i wzory barwne sygnalizatorów, symboli oraz urządzeń pomocniczych stosowanych w drogowej sygnalizacji świetlnej określono w punkcie 10.

Nie dopuszcza się stosowania sygnałów oraz urządzeń pomocniczych o wzorach innych niż określone w punkcie 10.

### 3.1. Pojęcia podstawowe

W niniejszym punkcie podano obowiązujące znaczenie najważniejszych pojęć związanych z urządzeniami sygnalizacji świetlnej:

**Sygnalizator** — zestaw urządzeń optyczno-elektrycznych lub optyczno-elektronicznych (komór sygnałowych) służących do nadawania sygnałów przeznaczonych dla uczestników ruchu.

**Element wsporczy** — maszt lub słup wysięgnikowy służący do zamocowania sygnalizatora (sygnalizatorów) obok jezdni lub nad nią; elementy wsporcze muszą umożliwiać solidne zamocowanie w gruncie lub do obiektu kubaturowego i być odpowiednio zabezpieczone antykorozyjnie.

**Komora sygnałowa** — podstawowy element optyczno-elektryczny lub optyczno-elektroniczny służący do nadawania sygnału określonej barwy i/lub kształtu, przeznaczonego dla uczestników ruchu. Komora sygnałowa składa się ze źródła światła, odbłyśnika, filtra i soczewki; w przypadku komór ze źródłem światła innym niż żarowe, odbłyśnik może nie występować. Elementy wewnętrzne komory umieszczone są w obudowie z otwieraną częścią przednią, w której umocowana jest soczewka z filtrami i symbolami. Całość osłonięta jest od góry osłoną przeciwstłoneczną.

**Komora sygnałowa o źródle światła skupionym** — komora, w której źródłem światła jest jedna lub dwie żarówki, umieszczone w ognisku optycznym; w przypadku dwóch żarówek odbłyśnik jest dzielony, a żarówki umieszczone każda w ognisku optycznym połowy odbłyśnika.

**Komora sygnałowa o źródle światła rozproszonym** — komora, w której źródło światła nie jest pojedynczym elementem mieszczącym się w całości w ognisku optycznym komory i która do nadania sygnału odpowiedniej barwy wykorzystuje inną technikę emisji fal świetlnych niż żarówkę; szczególnym przypadkiem jest komora diodowa, w której wielopunktowe źródło światła znajduje się w domniemanym ognisku optycznym komory lub jest w postaci odpowiedniego symbolu lub tarczy o średnicy odpowiadającej średnicy pola optycznego komory sygnałowej.

**Filtr antyzłudzeniowy** — przesłona umieszczona w komorze sygnałowej między źródłem światła a soczewką, zapobiegająca powstawaniu fałszywych sygnałów pochodzących od światła słonecznego odbitego w odbłyśniku. Filtry antyzłudzeniowe stosuje się tylko w przypadku komór wyposażonych w odbłyśniki.

**Symbol** — kształt naniesiony na soczewce lub przesłonie z materiału nieprzepuszczającego światła i odpornego na wysoką temperaturę lub kształt utworzony z diod elektroluminescencyjnych, przedstawiający sylwetkę strzałki, krzyża, pieszego lub roweru. Symbolem może być także liczba określająca prędkość — wówczas symbol jest barwy białej.

**Ekran kontrastowy** — przesłona koloru czarnego z białym obrzeżem w kształcie prostokąta lub owalu, mocowana za sygnalizatorem, której zadaniem jest wyróżnienie sygnalizatora z tła oraz zwiększenie skuteczności postrzegania sygnałów świetlnych przez uczestników ruchu.

**Wyświetlacz prędkości** — urządzenie elektromechaniczne, elektryczne lub elektroniczne wskazujące uczestnikom ruchu wartość prędkości jazdy:

— zalecanej w przypadku ciągów skoordynowanych,

— rzeczywistej w przypadku automatycznego pomiaru prędkości. Wyświetlacz prędkości rzeczywistej nie może mieć symboli o barwie białej.

**Detektor** — element wykrywający poszczególne grupy uczestników ruchu (pojazdy lub pieszych), którego działanie polega na wytworzeniu sygnału przy każdym wykryciu uczestnika ruchu znajdującego się w strefie detekcji. Sygnał wytwarzany jest automatycznie w przypadku pojazdów, a w sposób wymuszony bądź automatyczny w przypadku pieszych. Detektory dzielą się na ręczne (przyciski sterownicze) i działające samoczynnie (indukcyjne, magnetyczne, podczerwone, mikrofalowe, radarowe, laserowe, rezonansowe, akustyczne, radiowe, wideo, zbliżeniowe i podobne). Detektory dla pojazdów dzielą się ponadto pod względem instalacji na wbudowane w nawierzchnię i nadjezdniowe oraz na czynne (wysyłające wiązkę fal i odbierające część wiązki odbitą od obiektu) i bierne (odbierające wiązkę fal wysyłałą przez obiekt).

**Sterownik sygnalizacji świetlnej** — urządzenie elektroniczne, służące do realizacji założonego programu sygnalizacji i zapewnienia bezpieczeństwa sterowanego ruchu kołowego i pieszego. Sterowniki dzielą się na lokalne, sterujące sygnalizacją na jednym skrzyżowaniu, obszarowe (nadrzędne) nadzorujące pracę kilku bądź kilkunastu sterowników lokalnych oraz centralne, umieszczone najczęściej w pomieszczeniu i kierujące pracą systemu sterowania, złożonego z kilkunastu do kilkuset sterowników lokalnych i obszarowych.

**Urządzenia transmisji danych** — zestaw urządzeń telekomunikacyjnych oraz kabli miedzianych lub światłowodowych albo zestaw urządzeń radiowych do dwustronnego przesyłania informacji między sterownikami a centrum sterowania.

### 3.2. Rodzaje sygnalizatorów

#### 3.2.1. Postanowienia wstępne

Rozróżnia się następujące rodzaje sygnalizatorów przeznaczonych do nadawania odpowiednich sygnałów:

- sygnalizatory ogólne do kierowania ruchem,
- sygnalizatory z sygnałem dopuszczającym skręcanie w kierunku wskazanym strzałką,
- sygnalizatory kierunkowe,

- d) sygnalizatory określające sposób korzystania z pasa ruchu,
- e) sygnalizatory ostrzegawcze,
- f) sygnalizatory dla pieszych i rowerzystów,
- g) sygnalizatory dla kierujących tramwajami,
- h) sygnalizatory dla kierujących autobusami,
- i) sygnalizatory zakazujące wjazdu umieszczone na przejazdach kolejowych, w miejscu wyjazdu pojazdów uprzywilejowanych itp.

### 3.2.2. Sygnalizatory ogólne do kierowania ruchem

Do nadawania sygnałów ogólnych do kierowania ruchem dla kierujących pojazdami przeznaczone są sygnalizatory S-1. Średnica soczewek w sygnalizatorze S-1 powinna wynosić 300 mm.

Dopuszcza się stosowanie soczewek o średnicy 200 mm w przypadkach:

- sygnalizatorów umieszczanych obok jezdni, jeżeli sygnalizacja nie jest jedyną w danej miejscowości lub nie jest pierwszą od granicy miejscowości na danej trasie, a prędkość dopuszczalna nie jest większa niż 60 km/h,
- sygnalizatorów umieszczanych nad jezdnią, jeżeli wszystkie komory sygnałowe są komorami o źródle światła rozproszonym, a obok jezdni stosuje się także sygnalizatory o średnicy soczewek 200 mm, jednak wyłącznie w miastach na drogach nietworzących podstawowego układu komunikacyjnego.

Średnica soczewek w sygnalizatorach pomocniczych wynosi 90—100 mm. W przypadku sygnalizatorów dwukomorowych przeznaczonych do sterowania ruchem wahadłowym średnica soczewek wynosi 300 mm.

### 3.2.3. Sygnalizatory z sygnałem dopuszczającym skręcanie w kierunku wskazanym strzałką

Do nadawania sygnału dopuszczającego skręcanie w kierunku wskazanym strzałką przeznaczone są sygnalizatory S-2. Sygnalizatory S-2 mogą być cztero- lub pięciokomorowe. Średnica soczewki nadającej sygnał w kształcie strzałki wynosi 200 mm niezależnie od średnicy pozostałych soczewek.

### 3.2.4. Sygnalizatory kierunkowe

Do nadawania sygnałów kierunkowych przeznaczone są sygnalizatory S-3. Średnica soczewek sygnalizatorów S-3 wynosi 300 mm.

### 3.2.5. Sygnalizatory określające sposób korzystania z pasa ruchu

Sygnały określające sposób korzystania z pasa ruchu dla jezdni wielopasowych lub pasów o zmiennym kierunku ruchu nadawane są przez sygnalizatory S-4 oraz S-7. Dla sygnalizatorów okrągłych śred-

nica wynosi 300 mm; dla sygnalizatorów prostokątnych lub kwadratowych (diodowych lub światłowodowych) wymiary odpowiednio wynoszą:

- dla dróg szybkiego ruchu i autostrad
  - 600 x 800 mm lub  $\sphericalangle$  600 mm,
- dla dróg pozostałych
  - 450 x 600 mm ( $\sphericalangle$  450 mm),
- dla tuneli
  - 300 x 400 mm ( $\sphericalangle$  300 mm).

### 3.2.6. Sygnalizatory nadające sygnały ostrzegawcze

Sygnały ostrzegawcze w postaci światła żółtego migającego nadawane są przez:

- sygnalizatory S-1, S-2, S-3 lub przez sygnalizatory jednokomorowe,
- lampy umieszczone na przeszkodzie.

W miejscach szczególnie niebezpiecznych dla ruchu pieszych (niewidoczne lub oddalone od skrzyżowania z sygnalizacją przejście dla pieszych) sygnał ostrzegawczy może występować w postaci żółtej sylwetki idącego pieszego.

### 3.2.7. Sygnalizatory nadające sygnały dla pieszych i rowerzystów

Sygnały dla pieszych nadawane są przez sygnalizator S-5, a dla rowerzystów przez sygnalizator S-6. Średnica soczewek sygnalizatorów S-5 i S-6 wynosi 200 mm. W miejscach, gdzie przejście dla pieszych i przejazd dla rowerzystów położone są obok siebie, dopuszcza się stosowanie sygnalizatorów nadających sygnały wspólne dla pieszych i rowerzystów o średnicy soczewek 200 mm.

Sygnalizatory dźwiękowe stowarzyszone z sygnałami świetlnymi dla pieszych powinny być zbudowane tak, by zapewniały realizację założeń podanych w zasadach stosowania sygnalizacji świetlnej. Jeżeli sygnały dla rowerzystów nadawane są przez sygnalizator zblokowany z przyciskiem uruchamiającym sygnalizację, dopuszcza się stosowanie soczewek o średnicy 90—100 mm.

### 3.2.8. Sygnalizatory nadające sygnały dla kierujących tramwajami

Sygnały dla kierujących tramwajami nadawane są przez sygnalizator ST, STK, STT lub SB bez tabliczki z napisem BUS. Średnica soczewek sygnalizatorów ST, STK i SB dla tramwajów wynosi 200 mm w przypadku lokalizacji sygnalizatora obok jezdni oraz 300 mm w przypadku lokalizacji sygnalizatora nad jezdnią. Średnica soczewek sygnalizatorów STT wynosi 100 mm.

### 3.2.9. Sygnalizatory nadające sygnały dla kierujących autobusami

Sygnały dla kierujących autobusami nadawane są przez sygnalizator SB. Średnica soczewek sygnali-

zatorów SB wynosi 200 mm w przypadku lokalizacji sygnalizatora obok jezdni lub 300 mm w przypadku lokalizacji sygnalizatora nad jezdnią.

### **3.2.10. Sygnalizatory nadające sygnały dla kierujących pojazdami stosowane na przejazdach tramwajowych**

Sygnały dla kierujących pojazdami stosowane na przejazdach tramwajowych zlokalizowanych poza skrzyżowaniami lub na skrzyżowaniach bez sygnalizacji dla pozostałych strumieni ruchu nadawane są przez sygnalizatory dwukomorowe o średnicy soczewek 200 lub 300 mm (odpowiednio: obok jezdni i nad jezdnią) z soczewkami barwy czerwonej i żółtej.

### **3.2.11. Sygnalizatory nadające sygnały zakazujące wjazdu umieszczane na przejazdach kolejowych, w miejscach wyjazdu pojazdów uprzywilejowanych, wjazdach na ruchome mosty i promy itp.**

Sygnały nadawane przez sygnalizatory na przejazdach kolejowych, wjazdach pojazdów uprzywilejowanych, wjazdach na prom lub ruchomy most mają postać dwóch na przemian migających sygnałów czerwonych lub pojedynczego migającego sygnału czerwonego. Średnica soczewek tych sygnalizatorów wynosi 300 mm.

## **3.3. Wymagania funkcjonalne urządzeń sygnalizacji**

### **3.3.1. Wymagania funkcjonalne dla urządzeń sterujących**

Urządzenia sterujące (sterowniki) powinny zapewnić pełną realizację zadań przewidywanych w programie sygnalizacji przy zachowaniu warunków bezpieczeństwa ruchu drogowego. Urządzenia te powinny być niezawodne i łatwe w eksploatacji, posiadać solidną obudowę i zamki zabezpieczające przed włamaniem. Sterowniki mogą być wyposażone w dostępne z zewnątrz, ale odpowiednio zabezpieczone przed osobami niepowołanymi przełączniki umożliwiające wyłączenie i włączenie sterownika, wprowadzenie go w tryb pracy awaryjnej (sygnał żółty migający) lub zmianę programu w zależności od potrzeb. Sterowniki powinny spełniać wymagania określone odrębnymi przepisami o budowie urządzeń elektrycznych, a także odpowiednimi normami.

Sterowniki powinny być wyposażone w następujące układy kontrolno-zabezpieczające:

— nadzoru sygnałów czerwonych i sygnałów zezwalających na skręcanie w kierunku wskazanym strzałką, jeżeli jest to jedyny sygnał sterujący danym strumieniem ruchu; układy nadzoru sygnałów muszą uwzględniać cechy konstrukcyjne sygnalizatorów,

— wykrywania braku lub kolizji sygnałów zielonych i naruszenia minimalnych czasów międzyzielonych w grupach kolizyjnych,

— nadzoru długości cyklu (w sygnalizacjach cyklicznych),

— nadzoru napięcia zasilania,

— nadzoru pracy zdalnej,

— nadzoru detektorów.

W przypadku przeznaczenia sterownika do pracy w systemie sterowania, nadzorem należy objąć wszystkie sygnały, w tym czerwone i zielone nadzorem pełnym, tj. nadmiarowym i braku.

Zadaniem układów nadzorujących sygnały czerwone i zielone, kolizyjność sygnałów zielonych, naruszenie minimalnych czasów międzyzielonych oraz długość cyklu (w sygnalizacjach cyklicznych) jest natychmiastowe (tj. nie później niż po czasie 0,3 s) wprowadzenie sterownika w tryb pracy ostrzegawczej w przypadku zadziałania układu wraz z zapamiętaniem rodzaju i miejsca awarii, kasowaniem w momencie usunięcia przyczyny. Zadaniem układu nadzorującego przypadkowe pojawienie się sygnału zielonego na dowolnym sygnalizatorze w trybie pracy ostrzegawczej jest natychmiastowe (tj. po czasie nie dłuższym niż 0,3 s) całkowite wyłączenie zasilania wszystkich sygnalizatorów.

Układ nadzorujący napięcie zasilania powinien, w przypadku stwierdzenia obniżenia napięcia poza dopuszczalną granicę, automatycznie przełączyć sterownik na zasilanie rezerwowe lub wyłączyć go. Po powrocie napięcia układ powinien zapewnić samoczynne ponowne włączenie sterownika.

Układ nadzorujący pracę zdalną sterownika powinien, w przypadku stwierdzenia przerwy w połączeniu z centrum sterowania lub sterownikiem nadrzędnym, spowodować przejście nadzorowanego sterownika na pracę z programem indywidualnym, niezależnym od sterownika nadrzędnego lub od centrum sterowania. Układ nadzoru detektorów powinien, w przypadku stwierdzenia awarii detektora lub jego okablowania, spowodować automatyczne przejście sterownika w tryb pracy pomijający uszkodzony element, zapewniając jednak pełną obsługę wszystkich uczestników ruchu.

Zegar czasu rzeczywistego, który steruje zmianami programów w systemie sterowania zależnego od czasu, powinien posiadać zasilanie awaryjne, zdolne do zapewnienia właściwej pracy zegara przez co najmniej 48 godzin w przypadku braku zasilania sterownika.

Zabezpieczenie takie powinno umożliwiać uruchomienie odpowiedniego programu sygnalizacji po powrocie napięcia zasilającego.

Zaleca się, by w godzinach nocnych sterownik sygnalizacji umożliwiał nadawanie sygnałów o obniżonej o 20 % luminancji (tzw. funkcja przyciemnienia), w przypadku niezbyt intensywnego oświetlenia zewnętrznego. Funkcja ta nie może mieć wpływu na działanie zabezpieczeń w sterowniku.

W przypadku przeznaczenia sterownika do pracy w systemie centralnego sterowania musi on być wyposażony w urządzenia transmisji danych i mieć możliwość odbioru i wysyłania informacji z/do sterownika nadrzędnego, włączając w to polecenia dotyczące nadawania odpowiednich sygnałów świetlnych przez poszczególne sygnalizatory, przejście na pracę w odpowiednim programie, meldunki potwierdzające wykonanie poleceń, raporty o stanie ruchu z przyłączonych do sterownika detektorów itp.

Sterownik powinien umożliwiać wprowadzanie zmian programowych w miejscu lokalizacji lub zdalnie, przy zachowaniu pełnej kontroli dostępu do poszczególnych poziomów ingerencji.

Sterownik powinien być wyposażony w co najmniej dwa niezależne układy nadzorujące poprawność jego działania.

### 3.3.2. Wymagania funkcjonalne dla komór sygnałowych

Komora sygnałowa jest podstawowym elementem sygnalizatora. Sygnalizator może składać się z 1 do 4, wyjątkowo 5 komór sygnałowych. Wyróżnia się komory sygnałowe o źródle światła rozproszonym (np. diodowe) i skupionym (żarówkowe). W sygnalizatorach dla pojazdów zaleca się stosowanie komór o rozproszonym źródle światła.

Komora sygnałowa powinna być zbudowana tak, by zapewnić uzyskanie optymalnych warunków nadawania sygnału świetlnego. W tym celu:

- powierzchnia czołowa komory sygnałowej powinna być barwy czarnej lub ciemnozielonej, tylna część obudowy komory powinna być barwy czarnej, ciemnozielonej lub szarej,
- komora sygnałowa musi umożliwiać połączenie w zestawy oraz mieć możliwość ustawienia całości pod odpowiednim kątem w stosunku do płaszczyzny pionowej i poziomej,
- wymagania konserwacyjne powinny być ograniczone do minimum; komora musi być wykonana z materiału trwałego, odpornego na uderzenia i promieniowanie ultrafioletowe; po zmontowaniu kilku komór w zestaw (sygnalizator) musi on być odporny na wibracje; producent lub dostawca komór zobowiązany jest do przekazania użyt-

kownikowi informacji o sposobie ich konserwacji dla zapewnienia długotrwałej skuteczności optycznej na poziomie co najmniej 80 % wartości wyjściowej; trwałość komory powinna wynosić co najmniej 5 lat,

- w komorach o źródle światła rozproszonym:
  - elementy świetlne (np. diody elektroluminescencyjne) muszą być umieszczone w taki sposób, by zapewnić równomierne oświetlenie całej powierzchni soczewki. Dla zapewnienia odpowiedniej skuteczności sygnału komora, w której źródłem światła są diody elektroluminescencyjne, musi być traktowana jako uszkodzona, w przypadku przepalenia się 25 % diod. Układy elektroniczne tworzące rozproszone źródło światła powinny pracować bezawaryjnie w zakresie temperatur od  $-25$  do  $+40$  °C,
- w komorach o źródle światła skupionym:
  - źródło światła musi być umieszczone w ognisku optycznym odbłyśnika, a w przypadku komór o dwóch źródłach światła, każde z nich musi znajdować się w ognisku swojego odbłyśnika,
  - filtry antyzłudzeniowe i przesłony z symbolami muszą być ukształtowane i umieszczone tak, by nie miały możliwości zetknięcia się ze źródłem światła.

Komory sygnałowe powinny odpowiadać dwu podstawowym stopniom ochrony: IP44 oraz IP54. W przypadku konieczności zastosowania osobnej ochrony zespołu optycznego, stopień ochrony wynosi jednak zawsze IP55. Komory o stopniu ochrony IP44 można stosować w sygnalizatorach montowanych na drogach wewnętrznych; wszystkie zastosowania na drogach publicznych wymagają stopnia ochrony co najmniej IP54.

Materiał zastosowany do budowy komór powinien zapewniać poprawne ich funkcjonowanie w zakresie temperatur od  $-25$  do  $+40$  °C.

Komory muszą spełniać wymagania ochrony przeciwporażeniowej określone w odpowiednich normach.

Skuteczność świetlna komór sygnałowych powinna spełniać wymagania odnośnie do strumienia świetlnego zależnie od średnicy komory i barwy sygnału zgodnie z tabelą 3.1.

Tabela 3.1. Luminancja strumienia świetlnego / komór sygnałowych w kandelach [cd] w zależności od średnicy komory i barwy sygnału

Średnica soczewki [mm]	Barwa sygnału							
	czerwona		żółta		zielona		biała	
	$I_{\min}$	$I_{\max}$	$I_{\min}$	$I_{\max}$	$I_{\min}$	$I_{\max}$	$I_{\min}$	$I_{\max}$
100	100	100	100	400	200	400	200	400
200	200	400	400	1000	800	1000	400	1000
300	800	1100	1100	2500	2000	2500	1000	2000

Kąt rozsyłu strumienia świetlnego zależy od typu komory. Rozróżnia się komory szerokokątne, normalne i wąskokątne.

Komory szerokokątne stosuje się wyłącznie w przypadkach umieszczania sygnalizatora podstawowego po prawej stronie jezdni przy jednym pasie ruchu na wlocie. Komory normalne stosuje się w przypadku sygnalizacji na drogach zamiejskich oraz w miastach, tam gdzie istnieje potrzeba ostrzeżenia sygnału z większej odległości. Komory wąskokątne stosuje się zawsze w przypadku sygnalizatorów kierunkowych, a także ogólnych, jeżeli mocowane są nad pasami ruchu.

Jednorodność luminancji strumienia świetlnego, wyrażona stosunkiem najmniejszej do największej wartości luminancji  $I_{\min} : I_{\max}$  powinna być nie mniejsza niż 1:10 dla komór szerokokątnych i normalnych oraz nie mniejsza niż 1:15 dla komór wąskokątnych.

Barwy sygnałów nadawanych przez komory sygnałowe powinny odpowiadać wartościom podanym w tabeli 3.2.

Daszki ochronne komór sygnałowych powinny skutecznie osłaniać soczewkę od promieni słonecznych, kurzu, opadów atmosferycznych oraz utrudniać podgląd wyświetlanego sygnału przez tych uczestników ruchu, dla których nadawany sygnał nie jest przeznaczony.

Zaleca się, aby wystająca część daszka ochronnego miała długość co najmniej 200 mm.

Jeżeli komora sygnałowa przeznaczona jest do nadawania sygnałów dla pieszych, powinna umożliwiać umieszczenie wewnątrz niej elementu akustycznego nadającego sygnał dźwiękowy towarzyszący sygnałowi zielonemu.

### 3.3.3. Wymagania funkcjonalne dla wyświetlaczy prędkości zalecanej

Wyświetlacze prędkości powinny zapewniać realizację zadań wynikających z zasad stosowania sygnalizacji. Muszą mieć wielkość taką, by z odległości co najmniej 60 m możliwe było odczytanie wyświetlanej wartości prędkości w normalnych warunkach widoczności. Pole czołowe wyświetlacza musi być barwy czarnej lub ciemnozielonej, tylna część obudowy powinna być barwy czarnej, ciemnozielonej lub szarej. Cyfry mogą występować w postaci matrycy siedmioelementowej lub w postaci matrycowego wyświetlacza elektroluminescencyjnego lub świetłowodowego. Wymiary pola jednej cyfry nie mogą być mniejsze niż 5 x 7 punktów świetlnych. Barwa nadawanych sygnałów musi być biała (czarna w przypadku wyświetlaczy ciekłokrystalicznych).

Wyświetlacze powinny umożliwiać nadawanie sygnałów z dokładnością większą lub równą 5 km/h. Wyświetlacze wykonane na bazie komór sygnalizacyjnych muszą mieć kształt sygnalizatora dwu- lub trójkomorowego o średnicy soczewek 300 mm.

### 3.3.4. Wymagania funkcjonalne dla urządzeń detekcyjnych

Urządzenia detekcyjne dla pojazdów powinny zapewniać wiarygodność działania w zakresie prędkości od 0 do co najmniej 150 km/h, być trwałe i łatwe w montażu i eksploatacji.

Powinny być one skonstruowane tak, by element roboczy (detektor) znajdował się w miejscu zapew-

Tabela 3.2. Współrzędne barw poszczególnych sygnałów świetlnych

Barwa	1		2		3		4	
	x	y	x	y	x	y	x	y
Czerwona	0,660	0,320	0,680	0,320	0,710	0,290	0,690	0,290
Żółta	0,536	0,444	0,547	0,452	0,613	0,387	0,593	0,387
Zielona	0,009	0,720	0,284	0,520	0,209	0,400	0,028	0,400
Biała	A		B		C		D	
	x	y	x	y	x	y	x	y
	0,310	0,348	0,440	0,432	0,500	0,440	0,525	0,440
	E		F		G		H	
	x	y	x	y	x	y	x	y
	0,560	0,440	0,618	0,382	0,612	0,382	0,542	0,382
	I		J		K		L	
	x	y	x	y	x	y	x	y
0,500	0,382	0,440	0,382	0,310	0,283	0,565	0,413	

Uwaga: Barwa biała w układzie czterobarwnym określona jest punktami ACIK (biała skodowana) i ABJK (biała rozpoznawalna).

niającym wiarygodność działania w stosunku do zakładanej funkcji (np. pod miejscem bezpośredniego pomiaru, nad nim lub w pobliżu w przypadku detektorów wideo), a strefę detekcji dało się łatwo wyznaczyć; element przetwarzający może być umieszczony w sterowniku lub zintegrowany z detektorem. Urządzenia detekcyjne dla pojazdów występujące w postaci wbudowanej w nawierzchnię powinny zapewnić regulację czułości w zakresie od wykrywania pojedynczych obiektów o niewielkich rozmiarach (np. rowerów) do pojazdów samochodowych, także w pobliżu wbudowanych w nawierzchnię lub pod nią mas metalowych (szyny tramwajowe, ciepłociągi itp.). Wymagane jest, aby elementy przetwarzające miały możliwość automatycznego dostrajania się do poziomu tła (np. odnośnie do indukcyjności lub magnetyzmu).

Urządzenia detekcyjne dla pojazdów występujące w postaci nadjezdniowej powinny mieć wykonanie o stopniu ochrony co najmniej IP54 oraz zapewniać trwałość i niezawodność działania. Detektory bierne muszą zapewniać automatyczne dostrajanie się do poziomu tła.

W przypadkach uzasadnionych i możliwych technicznie wskazane jest, aby detektory nadjezdniowe miały swoje zasilanie z baterii akumulatorów słonecznych. Detektory nadjezdniowe muszą mieć potwierdzenie zadziałania w postaci sygnału świetlnego widocznego przez obsługę.

### **3.3.5. Wymagania funkcjonalne dla urządzeń pomocniczych**

#### **3.3.5.1. Przyciski dla pieszych**

Zaleca się, aby przyciski dla pieszych umożliwiały generowanie pomocniczych sygnałów dźwiękowych, pozwalających na zlokalizowanie przejścia i przycisku.

Przyciski dla pieszych powinny być mocowane na maszcie lub słupie sygnalizacji świetlnej na wysokości 1,2 do 1,35 m nad poziomem terenu; jeżeli przycisk mocowany jest do osobnego słupka, jego wysokość nie może być mniejsza niż 1,5 m.

Lokalizację przycisków należy ustalić po analizie kierunków dojścia pieszych do przejścia.

Przyciski muszą mieć trwałą obudowę, o stopniu ochrony nie mniejszym niż IP 54, uniemożliwiającą szybkie oderwanie lub zniszczenie przycisku. Obudowa nie może jednak powodować zagrożenia bezpieczeństwa osób korzystających z sygnalizacji zarówno pod względem bezpieczeństwa przeciwporażeniowego, jak i mechanicznego. W szczególności nie może mieć ona ostrych krawędzi, zadziórów, wystających śrub itp. Ze względu na potrzeby osób niedowidzących barwa obudowy musi kontrastować z barwą konstrukcji, do której przycisk jest mocowany. Przyciski dla pieszych muszą mieć możliwość nadawania sygnału optycznego lub akustycz-

nego potwierdzającego przyjęcie zgłoszenia przez sterownik.

#### **3.3.5.2. Sygnalizatory akustyczne dla pieszych**

Sygnalizatory akustyczne dla pieszych powinny zapewnić nadawanie sygnałów zezwalających na przechodzenie przez jezdnię lub torowisko tramwajowe wyłącznie podczas nadawania sygnału zielonego dla pieszych, przy czym sygnał dźwiękowy odpowiadający sygnałowi zielonemu ciągłemu powinien różnić się od sygnału dźwiękowego odpowiadającego sygnałowi zielonemu migającymemu.

Pomocnicze sygnały dźwiękowe, nadawane podczas sygnału czerwonego, powinny różnić się w zasadniczy sposób od sygnałów będących odpowiednikiem sygnału zielonego ciągłego i migającego.

Jeżeli przejście dla pieszych jest rozdzielone pasem rozdziału lub spocznikiem i obsługiwane jest w niezależnych fazach, sygnały dźwiękowe odpowiadające sygnałowi zielonemu powinny być różne dla każdej części przejścia.

Podstawowy sygnał dźwiękowy, równoważny sygnałowi zielonemu ciągłemu, powinien być sygnałem przerywanym o częstotliwości zawartej w granicach 5—12,5 Hz lub sygnałem ciągłym (powtarzalną melodyjką, głosem ptaków itp.) o powtarzalności w zakresie 0,5—1,25 Hz. Częstotliwość dźwięków stosowanych w sygnale podstawowym powinna zawierać się w granicach 550—2000 Hz. Podstawowy sygnał dźwiękowy równoważny sygnałowi zielonemu migającymemu powinien być sygnałem przerywanym o częstotliwości powtarzania dwukrotnie większej niż sygnału podstawowego, tj. 10—25 Hz.

Sygnalizator dźwiękowy powinien umożliwiać regulację poziomu głośności nadawanego sygnału dźwiękowego w granicach co najmniej 50—85 dB(A).

Sygnalizatory dźwiękowe umieszcza się po obu stronach jezdni, przy czym sygnały podstawowe muszą być nadawane z urządzeń umieszczonych na wysokości co najmniej 2,20 m nad powierzchnią terenu, natomiast sygnał pomocniczy powinien być nadawany z przycisku. Podstawowy sygnał dźwiękowy powinien być słyszalny w strefie oczekiwania przed jezdnią oraz na przejściu przez jezdnię do co najmniej 2/3 jej szerokości. Sygnał pomocniczy powinien być sygnałem impulsowym nadawanym z częstotliwością nie większą niż 1,2 Hz, a jego słyszalność musi być ograniczona do  $4 \pm 1$  m od źródła dźwięku.

Sygnalizatory dźwiękowe nie mogą występować w postaci dodatkowej komory sygnałowej zablokowanej z sygnalizatorem dla pieszych.

Jako uzupełnienie sygnalizacji dźwiękowej można stosować komunikaty słowne nadawane z różnych elementów instalacji sygnalizacyjnej na przejściu dla pieszych; rodzaj wygłaszanych komunikatów musi być dostosowany do lokalizacji urządzenia głośnomówiącego w stosunku do przejścia lub je-

go części. Zaleca się, aby ostrzegać niepełnosprawnych pieszych o awarii sygnalizacji w postaci stosownego komunikatu.

### 3.3.5.3. Sygnalizatory wibracyjne

Jako system uzupełniający sygnalizację optyczną i dźwiękową można stosować dotykowe sygnalizatory wibracyjne, umieszczone w przyciskach dla pieszych, lub jako urządzenia samoistne, zachowując zasady montażu jak dla przycisków dla pieszych, określone w pkt 3.3.5.1.

Wibracje powinny być wyraźnie wyczuwalne dotykiem po położeniu ręki na obudowie przycisku lub wibratora. Sygnały wibracyjne powinny mieć taką samą częstotliwość powtarzania jak sygnały dźwiękowe przerywane:

- podstawowy sygnał wibracyjny zezwalający na przechodzenie i będący odpowiednikiem sygnału zielonego ciągłego — od 5 do 12,5 Hz,
- sygnał wibracyjny odpowiadający sygnałowi zielonemu migającemu — od 10 do 25 Hz,
- pomocniczy sygnał wibracyjny, informujący o tym, że sygnalizacja jest włączona — impuls o częstotliwości nie większej niż 1,2 Hz.

### 3.3.5.4. Informacja dotykowa bierna

Jako uzupełnienie systemów informacji optycznej, dźwiękowej i wibracyjnej zaleca się stosowanie wypukłych symboli wyczuwalnych dotykiem, odwzorowujących przekraczaną jezdnię i rodzaje strumieni ruchu (liczba pasów ruchu, wysepki, torowiska, przystanki itp.).

Symbole te powinny być umieszczane na obudowach przycisków dla pieszych, sygnalizatorów wibracyjnych lub jako odrębne tabliczki.

### 3.3.5.5. Automatyczne indywidualne systemy prowadzenia pieszych

Dla ułatwienia osobom upośledzonym przekraczania jezdni zaleca się wprowadzanie automatycznych indywidualnych systemów prowadzenia, opartych na technice podczerwonej lub radiowej.

### 3.3.5.6. Ekran kontrastowy

Integralnym elementem sygnalizatora mocowanego nad jezdnią jest ekran kontrastowy, wyróżniający sygnalizator z tła; konstrukcje ekranów pokazane są na rysunkach 10.23—10.27. Dopuszcza się stosowanie ekranów kontrastowych dla sygnalizatorów umieszczanych obok jezdni w przypadkach uzasadnionych koniecznością zapewnienia odpowiedniej widoczności sygnałów. Wówczas ekran ma odpowiednio mniejsze rozmiary.

Ekran kontrastowy nie mogą powodować zmniejszenia stabilności konstrukcji pod wpływem wia-

tru. Muszą one jednocześnie zapewniać wyróżnienie z tła miejsca, w którym znajduje się sygnalizator. Ekran musi być barwy czarnej z białą obwódką, zgodnie z załączonymi rysunkami konstrukcyjnymi. Sygnalizatory nadjezdniowe z soczewkami o średnicy 300 mm wyposażane są w ekrany o szerokości 850 mm, zaleca się także wyposażenie sygnalizatorów umieszczanych obok jezdni w ekrany o szerokości 650 mm. Dopuszcza się stosowanie nad jezdnią ekranów o szerokości 650 mm, jeśli wymagają tego względy lokalne (np. brak skrajni). Dla sygnalizatorów z soczewkami o średnicy 200 mm zaleca się stosowanie ekranów o szerokości 520 mm. Oprócz ekranów dla sygnalizatorów trójkomorowych stosuje się ekrany dla sygnalizatorów dwukomorowych — poziomo dla sygnalizatorów S-4 (o soczewkach okrągłych o średnicy 300 mm) oraz pionowo dla sygnalizatorów tramwajowych ST oraz w sygnalizacji na przejazdach tramwajowych w przypadku mocowania sygnalizatorów nad jezdnią.