

Tomasz Krukowicz<sup>1</sup>

Wydział Transportu, Zakład Sterowania Ruchem, Zespół Sterowania Ruchem Drogowym

## Wpływ czasów trwania sygnałów pomocniczych w sygnalizacji świetlnej na hamowanie pojazdów ciężkich

### 1. CHARAKTERYSTYKA PROBLEMU

Drogowa sygnalizacja świetlna służy do sterowania ruchem pojazdów poprzez przekazywanie sygnałów kierującym. Interpretacja sygnału przez kierującego jest zależna od kształtu sygnału (np. strzałka, koło, symbol pieszego) oraz jego koloru i położenia na sygnalizatorze. Interpretacja kształtu sygnału jest dokonywana przez kierującego na etapie podejmowania decyzji o kierunku jazdy na skrzyżowaniu, podczas dojeżdżania do skrzyżowania. W bezpośredniej bliskości skrzyżowania kierujący podejmuje decyzję o przejechaniu przez skrzyżowanie na podstawie koloru i położenia na sygnalizatorze wyświetlanego sygnału (kształtu w przypadku sygnalizatorów dla autobusów i tramwajów). W zależności od wyświetlanego sygnału kierujący podejmuje decyzję o:

- przejechaniu skrzyżowania,
- zatrzymaniu przed linią zatrzymania.

Decyzję o przejechaniu skrzyżowania kierujący podejmuje w okresie wyświetlania sygnału zielonego. Bezwarunkową decyzję o zatrzymaniu kierujący podejmuje podczas wyświetlania sygnału czerwonego (lub odpowiednika). W celu ułatwienia podejmowania decyzji przez kierujących podczas zmiany sygnału i poprawy bezpieczeństwa ruchu wprowadzono sygnały pomocnicze. W Polsce stosowane są: sygnał czerwony z żółtym, oznaczający, że za chwilę wyświetlony zostanie sygnał zielony i sygnał żółty, informujący kierujących o zakończeniu wyświetlania sygnału zielonego. Zachowanie kierującego podczas wyświetlania sygnału żółtego reguluje [15]. *Sygnał żółty – [oznacza] zakaz wjazdu za sygnalizator, chyba że w chwili zapalenia tego sygnału pojazd znajduje się tak blisko sygnalizatora, że nie może być zatrzymany przed nim bez gwałtownego hamowania; sygnał ten oznacza jednocześnie, że za chwilę zapali się sygnał czerwony.* Interpretacja gwałtownego hamowania nie jest sformułowana w żadnym akcie prawnym. Inaczej należy interpretować gwałtowne hamowanie w przypadku roweru, motocykla czy samochodu osobowego – pojazdy te zapewniają miejsce siedzące dla wszystkich przewożonych osób, a inaczej w przypadku pojazdów transportu publicznego. Pojazdy te są konstrukcyjnie przystosowane do przewozu pasażerów na miejscach stojących, a osoby zajmujące miejsca siedzące nie są przypięte pasami bezpieczeństwa. Poprzez gwałtowne hamowanie należy rozumieć dla takiego pojazdu hamowanie powodujące zagrożenie bezpieczeństwa dla pasażerów wewnątrz pojazdu – upadek, uderzenie o innego pasażera, uderzenie w element wyposażenia pojazdu. Nie można oceniać gwałtowności hamowania patrząc wyłącznie przez pryzmat sytuacji na drodze. Wielokrotnie zdarzenia związane z przejechaniem autobusów obok sygnalizatora wyświetlającego sygnał czerwony są interpretowane przez osoby postronne jako ewidentne łamanie prawa i stwarzanie zagrożenia bezpieczeństwa w ruchu drogowym. Po wnikliwej analizie problemu okazuje się jednak, że zachowanie kierującego, choć stanowiło przekroczenie przepisów, było prawidłowe.

### 2. STAN PRAWNY

Wymagania formalne dla programów sygnalizacji, określające długości sygnałów pomocniczych, w tym sygnału żółtego bądź jego odpowiednika, znajdują się w rozporządzeniu [16]. W Polsce sygnały te powinny trwać 3 s i dotyczy to zarówno sygnału żółtego, sygnału w kształcie dwóch kropek na sygnalizatorze SB (tzw. „kocie oczka”), oraz sygnału w postaci migającej pionowej kreski na sygnalizatorach ST i STK.

<sup>1</sup> tkr@it.pw.edu.pl

Długość tego sygnału została określona arbitralnie, nie ma możliwości jakiegokolwiek jej zmiany w wyniku potrzeb stwierdzonych na etapie projektowania bądź uwarunkowań lokalnych. Nie istnieje również podstawa prawna do występowania o zgodę na odstępstwo od przepisów w dziedzinie inżynierii ruchu.

W starszych przepisach [9] długość sygnału żółtego i odpowiedników określona była również jako 3s. Natomiast w jeszcze wcześniejszych przepisach [10] długość sygnału żółtego była uzależniona od prędkości i wynosiła:

- 3 s dla prędkości poniżej 50 km/h,
- 4 s dla prędkości większych, ale mniejszych bądź równych 60 km/h,
- 5 s dla prędkości powyżej 60 km/h.

W okresie przed obowiązywaniem przepisów [10] nie było aktu prawnego regulującego czas trwania sygnału żółtego. Z analizy projektów opracowanych w tym okresie stwierdzono, że projektanci przyjmowali czas sygnału żółtego o długości 4 s. Inne źródła z tego okresu [1] podają metody obliczania czasu sygnału żółtego w zależności od prędkości dopuszczalnej na wlocie oraz pochylenia wlotu.

Należy zauważyć, że przepisy określające warunki techniczne dla sygnalizacji świetlnej nie są powszechnie znane w społeczeństwie. Kierujący często nie znają nie tylko czasów trwania poszczególnych sygnałów, ale również ich sekwencji [7]! Podobnie funkcjonariusze służb upoważnionych do kontroli drogowej nie mają wiedzy pozwalającej jednoznacznie określić, czy istniała możliwość zatrzymania przed sygnałem żółtym pojazdu przejeżdżającego przez skrzyżowanie, co powoduje uznaniowość w kwalifikowaniu przekroczenia przepisów jako wykroczenia.

### 3. ROZWIĄZANIA STOSOWANE W INNYCH KRAJACH

Wytyczne niemieckie [13] i [14] przewidują czasy sygnału żółtego w zakresie 3 – 5 s, przy czym granice stosowania poszczególnych długości sygnałów nieznacznie różnią się od określonych w [10]. Wytyczne niemieckie określają dodatkowo czasy sygnału żółtego dla pojazdów transportu publicznego – tramwajów i autobusów. Zapisy [13] i [14] różnią się nieznacznie w tym zakresie, niemniej w obydwu wytycznych określono następujące czasy trwania sygnałów żółtych dla tramwajów i autobusów na wydzielonych pasach:

- 4 s przy prędkości do 30 km/h,
- 5 s przy prędkości 40 km/h,
- 6 s przy prędkości 50 km/h,
- 7 s przy prędkości 60 km/h,
- 8 s przy prędkości 70 km/h.

Dodatkowo wytyczne te określają warunki pozwalające na rezygnację ze stosowania sygnału żółtego gdy:

- pojazd zawsze rozpoczyna ruch po zatrzymaniu,
- prędkość dopuszczalna wynosi mniej niż 20 km/h.

Wytyczne amerykańskie [11] określają jedynie zalecany czas trwania sygnału żółtego wynoszący 3 do 6 sekund, przy zastrzeżeniu, że czasy dłuższe stosowane są na drogach o większej prędkości. Rozwiązanie takie pozostawia projektantowi swobodę doboru czasu trwania sygnału żółtego.

Przepisy francuskie [8] dopuszczają długości sygnału żółtego równe 3 sekundy oraz 5 sekund. Wartość krótsza stosowana jest na terenie miast, natomiast dłuższa na drogach pozamiejskich. Dla sygnalizatorów dla pojazdów transportu publicznego przepisy dopuszczają czas trwania sygnału od 3 do 8 sekund, w zależności od charakterystyk hamowania pojazdu.

Jak przedstawiono w powyższych przykładach przepisy zagraniczne dopuszczają większą swobodę w zakresie doboru przez projektanta długości sygnału żółtego (bądź odpowiednika) i pozwalają na uwzględnienie cech pojazdów ciężkich, w szczególności pojazdów transportu publicznego.

#### 4. SCENARIUSZE ZACHOWANIA KIERUJĄCYCH

Kierujący, zbliżając się do skrzyżowania z sygnalizacją świetlną, zobowiązany jest do zachowania szczególnej ostrożności. Działanie to polega m. in. na obserwacji sygnałów wyświetlanych na sygnalizatorach i dostosowaniu ruchu pojazdu do ich wskazań.

Najważniejszym czynnikiem psychofizycznym wpływającym na zachowanie kierowcy na wlocie skrzyżowania jest czas reakcji. Według [3] czas ten dla hamowania oczekiwanego wynosi 0,4 do 0,8 s, mediana czasu wynosi 0,54 s. Wyświetlenie sygnału żółtego jest bodźcem spodziewanym przez kierowcę, więc zastosowanie danych dla hamowania oczekiwanego jest uzasadnione. Po otrzymaniu bodźca kierujący rozpoczyna hamowanie poprzez wciśnięcie pedału hamulca bądź zmianę pozycji nastawnika (w tramwajach). Ze względu na cechy konstrukcyjne układów hamulcowych występują w nich opóźnienia związane z zasadą działania, które również należy uwzględnić podczas analizy hamowania pojazdu. Sumaryczny czas reakcji kierowcy i układu hamulcowego według [2] przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Sumaryczny czas reakcji kierowcy i układu hamulcowego

Rząd kwantyla	Dzień	Noc
0,75	0,8	1,1
0,95	1,0	1,3

Źródło: [2].

Przedstawione powyżej dane odnoszą się do hydraulicznego układu hamulcowego oraz przeciętnego kierowcy. W odniesieniu do pojazdów ciężkich, stosowanych w miejskim transporcie zbiorowym należy uwzględnić dłuższy czas opóźnienia wynikającego z innej zasady działania układu hamulcowego (układ pneumatyczny w autobusach, układ elektrodynamiczny w tramwajach). Jednak należy zauważyć, że kierujący pojazdami charakteryzują się krótszymi czasami reakcji, gdyż należą oni do grupy kierowców zawodowych. Kierowcy tacy mają lepiej wyrobione nawyki oraz regularnie przechodzą badania psychologiczne, w odróżnieniu od kierujących samochodami osobowymi. W związku z powyższym do dalszych obliczeń przyjęto oszacowanie sumarycznego czasu reakcji kierującego i układu hamulcowego wynoszące 1 s. W dalszych, szacunkowych, obliczeniach pominięto również czas narastania siły hamowania na kołach, przyjęto, że po czasie reakcji występuje maksymalna siła hamująca (pojazd hamuje z pełnym założonym opóźnieniem).

Po upływie czasu reakcji kierujący realizuje decyzję dotyczącą dalszego ruchu pojazdu. Możliwe decyzje, realizowane po wyświetleniu sygnału żółtego, to:

- przejazd przez skrzyżowanie,
- zatrzymanie pojazdu.

Ruch pojazdu można opisać jako ruch punktu materialnego (położenie punktu odpowiada położeniu przodu pojazdu). Przyjęto układ współrzędnych wzdłuż drogi pojazdu. Ruch pojazdu w przypadku podjęcia decyzji o przejechaniu skrzyżowania można opisać za pomocą równania ruchu jednostajnego:

$$x_j = -v_0 t + x_0 \quad (1)$$

gdzie:

- $x_j$  – położenie pojazdu względem linii zatrzymania [m] (dodatnie przed linią zatrzymania, ujemne za linią zatrzymania) w przypadku podjęcia decyzji o przejechaniu skrzyżowania,
- $v_0$  – prędkość początkowa [km/h]
- $t$  – czas [s]
- $x_0$  – położenie pojazdu w chwili rozpoczęcia wyświetlania sygnału żółtego [m].

Położenie pojazdu w chwili zakończenia wyświetlania sygnału żółtego można określić zależnością:

$$x_{zj} = -v_0 t_z + x_0 \quad (2)$$

gdzie:

$x_{zj}$  – położenie w chwili zakończenia wyświetlania sygnału żółtego w przypadku podjęcia decyzji o przejechaniu skrzyżowania,

$t_z$  – czas trwania sygnału żółtego [s].

Decyzja o przejechaniu skrzyżowania była decyzją poprawną, jeśli wartość  $x_{zj}(x_0)$  przyjmuje wartość ujemną, tj. w chwili wyświetlenia sygnału czerwonego pojazd znalazł się za linią zatrzymania. Dla większych odległości, przy których wartość ta jest dodatnia oznacza to przejazd przez linię zatrzymania w okresie wyświetlania sygnału czerwonego bądź odpowiednika.

Ruch pojazdu w przypadku podjęcia decyzji o zatrzymaniu ma charakter ruchu jednostajnego, do upływu czasu reakcji, a następnie ruchu jednostajnie zmiennego, opóźnionego. Ruch pojazdu można opisać za pomocą równania:

$$x_z = -\frac{a(t-t_r)^2}{2} - v_0(t-t_r) - v_0t_r + x_0 \quad (3)$$

gdzie:

$x_z$  – położenie pojazdu względem linii zatrzymania [m] (dodatnie przed linią zatrzymania, ujemne za linią zatrzymania) w przypadku podjęcia decyzji o zatrzymaniu przed skrzyżowaniem,

$t_r$  – czas reakcji [s]

$a$  – opóźnienie hamowania [m/s<sup>2</sup>]

Położenie pojazdu w chwili zakończenia wyświetlania sygnału żółtego można określić poprzez podstawienia czasu sygnału żółtego:

$$x_{zz} = -\frac{a(t_z-t_r)^2}{2} - v_0(t_z-t_r) - v_0t_r + x_0 \quad (4)$$

gdzie:

$x_{zz}$  – położenie w chwili zakończenia wyświetlania sygnału żółtego w przypadku podjęcia decyzji o zatrzymaniu.

Oceny decyzji o zatrzymaniu pojazdu można dokonać w wyniku określenia miejsca zatrzymania pojazdu (niezależnie od wyświetlanego w chwili zatrzymania sygnału). Miejsce zatrzymania można określić wzorem (5), który uwzględnia drogę hamowania po zakończeniu wyświetlania sygnału żółtego i drogę przejechaną w okresie wyświetlania sygnału żółtego.

$$x_{zstop} = x_{zz} - \frac{(v_0 - a(t_z - t_r))^2}{2a} = -a(t_z - t_r)^2 - \frac{v_0^2}{2a} - v_0t_r + x_0 \quad (5)$$

gdzie:

$x_{zstop}$  – położenie pojazdu względem linii zatrzymania [m] po zatrzymaniu, w przypadku podjęcia decyzji o hamowaniu.

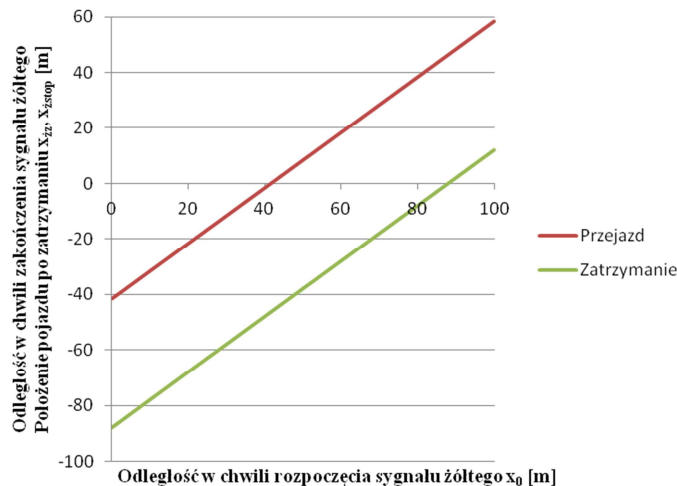
Decyzja o zatrzymaniu jest poprawna, jeśli zatrzymanie pojazdu następuje przed linią zatrzymania, czyli gdy  $x_{zstop}$  przyjmuje wartości dodatnie.

Do przeprowadzenia analiz przyjęto następujące dane:

- opóźnienie hamowania 1,3 m/s<sup>2</sup> – odpowiadające maksymalnemu opóźnieniu hamowania służbowego tramwaju 13N (wg [12]),
- opóźnienie hamowania 2,8 m/s<sup>2</sup> – odpowiadające opóźnieniu hamowania awaryjnego dla wagonu 13N,
- prędkość poruszania się pojazdów wynoszącą 50 km/h, odpowiadającą prędkości dopuszczalnej w obszarze zabudowanym w godzinach 5:00 – 23:00,
- czas trwania sygnału żółtego  $t_z$  wynoszący 3 s (zgodnie z przepisami [16]).

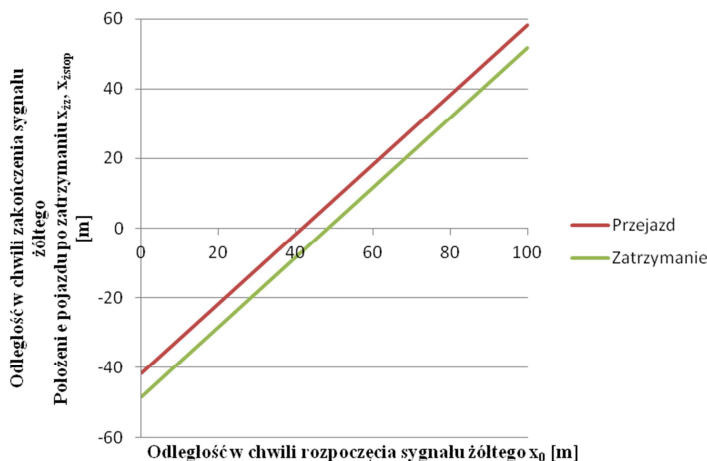
Większe wartości opóźnień są możliwe do uzyskania przez autobusy, według [2] wymagane średnie opóźnienie hamowania dla autobusu w zakresie prędkości do 60 km/h wynosi 5,0 m/s<sup>2</sup>. Uzyskanie takich opóźnień nie jest możliwe dla autobusu komunikacji miejskiej przewożącego pasażerów oraz dla tramwaju. Z obserwacji wynika, że podczas hamowania awaryjnego tramwajów pasażerowie odczuwają problemy z równowagą, dlatego jako górną akceptowalną wartość opóźnienia przyjęto 2,8 m/s<sup>2</sup>.

Wykresy przedstawiające lokalizację pojazdu w przypadku przejazdu oraz miejsce zatrzymania w przypadku hamowania pojazdu przedstawiono na rysunkach 1 oraz 2.



Rys. 1. Hamowanie służbowe tramwaju 13N

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 2. Hamowanie awaryjne tramwaju 13N

Źródło: opracowanie własne.

Na przedstawionych wykresach zakres poprawnych decyzji położony jest po lewej stronie linii koloru czerwonego – przy małych odległościach od linii zatrzymania poprawną decyzją jest przejechanie przez skrzyżowanie, i po prawej stronie linii zielonej – przy dużych odległościach poprawną decyzją jest zatrzymanie pojazdu.

Widoczny jest na wykresach zakres odległości, w których nie jest poprawną decyzją zatrzymanie pojazdu, ani przejechanie przez skrzyżowanie. Dla hamowania służbowego jest to zakres odległości 42 – 88 m, w przypadku hamowania awaryjnego jest to 42 – 48 m. Jeśli pojazd znajduje się w ww. zakresach odległości od skrzyżowania to niezależnie od decyzji kierującego przekroczy on linię zatrzymania podczas wyświetlania sygnału czerwonego. W przypadku zastosowania hamowania awaryjnego w tramwaju (dużego opóźnienia hamowania w przypadku autobusu) linie prezentujące właściwe decyzje zbliżają się do siebie i zakres odległości, w którym niemożliwe jest podjęcie prawidłowej decyzji jest znacząco mniejszy, niemniej istnieje, a przy hamowaniu z opóźnieniem ok. 2,8 m/s<sup>2</sup> zauważalne są problemy z utrzymaniem równowagi przez pasażerów.

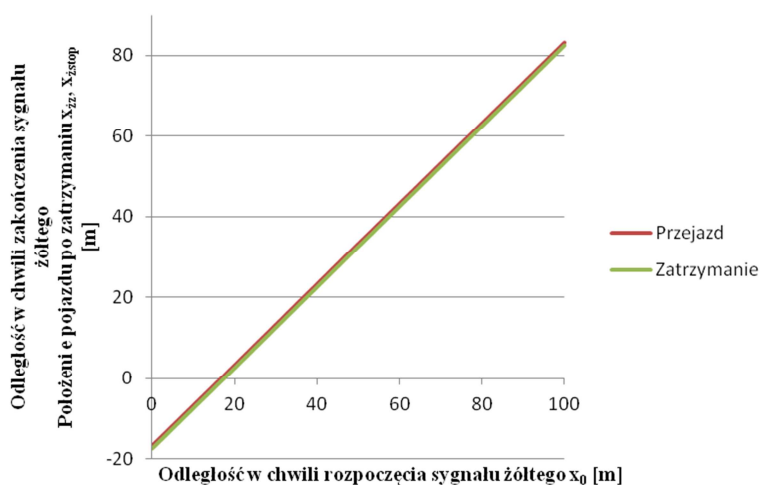
## 5. MOŻLIWOŚĆ POPRAWY BEZPIECZEŃSTWA

Poprawa bezpieczeństwa i zapewnienie możliwości respektowania przepisów może nastąpić poprzez zmianę wartości wielkości we wzorach (2) i (5), które umożliwiają ocenę decyzji o przejeździe lub zatrzymaniu pojazdów. Nie istnieje możliwość obniżenia czasu reakcji, gdyż wynika ona z właściwości taboru oraz cech psychofizycznych kierujących, na które można wpływać w ograniczony sposób. Niemożliwe jest również zwiększanie opóźnienia hamowania, ze względu na bezpieczeństwo osób znajdujących się w pojeździe.

Możliwa jest zmiana następujących parametrów wpływających na bezpieczeństwo:

- prędkość pojazdu,
- czas trwania sygnału żółtego.

W przypadku zmniejszenia prędkości do 20 km/h zakres odległości w których niemożliwe jest podjęcie poprawnej decyzji ulega zmniejszeniu do 1 m (wielkość pomijalnie mała). Wykresy dla takiego przypadku przedstawiono na rysunku 3.

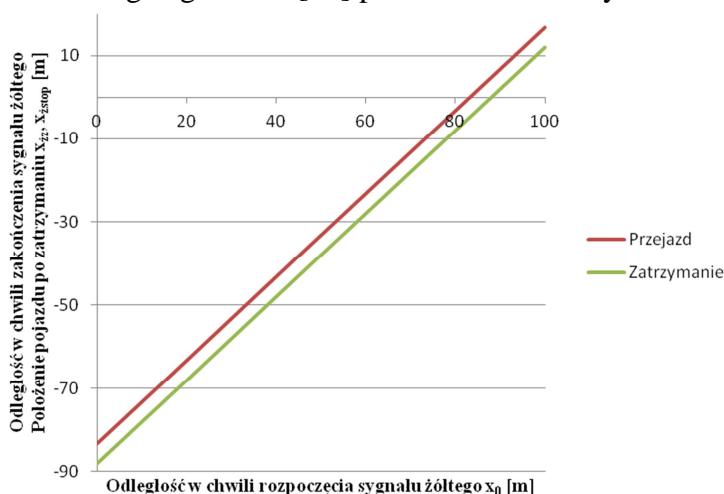


Rys. 3. Hamowanie służbowe tramwaju 13N, prędkość 20 km/h

Źródło: opracowanie własne.

Zmniejszenie prędkości do 20 km/h przed skrzyżowaniami sterowanymi jest rozwiązaniem niekorzystnym, gdyż powoduje obniżenie prędkości komunikacyjnej, a co za tym idzie pogorszenie atrakcyjności transportu publicznego.

Inną metodą jest wydłużenie czasu trwania sygnału żółtego. Wykres dla prędkości 50 km/h i czasu sygnału wynoszącego 6 s, określonego zgodnie z [14] przedstawiono na rysunku 4.



Rys. 4. Hamowanie służbowe tramwaju 13N, prędkość 50 km/h, czas sygnału żółtego 5s

Źródło: opracowanie własne.

## 6. PODSUMOWANIE

W świetle przeprowadzonych analiz stwierdzono, że istnieją sytuacje w ruchu drogowym, w których kierujący pojazdem komunikacji miejskiej nie jest w stanie przestrzegać przepisów ruchu drogowego. Niewątpliwie stan ten wymaga poprawy.

Kierujący może zapobiec występowaniu sytuacji niebezpiecznych związanych z przejeżdżaniem przez skrzyżowanie poprzez zmniejszenie prędkości jazdy. Jak przedstawiono w artykule, dla eliminacji takich sytuacji konieczne jest zmniejszenie prędkości do 20 km/h. Prędkość tramwajów przed skrzyżowaniami często nie przekracza tej wartości, gdyż w otoczeniu skrzyżowań sterowanych zlokalizowane są przystanki bądź rozjazdy wymuszające zmniejszenie prędkości. Problem związany z wyświetleniem sygnału żółtego przy dużej prędkości występuje na skrzyżowaniach zlokalizowanych pomiędzy przystankami.

W przypadku kierujących autobusami jedynym skutecznym rozwiązaniem możliwym do zastosowania na terenie Polski również jest zmniejszenie prędkości. Autobusy, na zdecydowanej większości tras, nie poruszają się po wydzielonych pasach ruchu, w związku z powyższym korzystają z sygnalizacji świetlnej przeznaczonej dla wszystkich pojazdów. Dostosowanie sygnału długości sygnału żółtego do ruchu pojazdów ciężkich w grupach sygnałowych przeznaczonych dla ogółu pojazdów nie jest praktykowane w innych krajach, choć sygnały te mają długość większą niż w Polsce. Kierujący autobusem musi być przygotowany na zmianę sygnałów i zmniejszyć prędkość jazdy podczas dojeżdżania do skrzyżowania. Doświadczeni kierujący korzystają przy tym ze wskazań nieprzeznaczonych dla nich sygnalizatorów (np. dla tramwajów bądź dla pieszych), których wskazania zmieniają się wcześniej ze względu na dłuższe czasy międzyzielone. Może to stanowić zagrożenie bezpieczeństwa w ruchu drogowym, gdyż w sygnalizacji adaptacyjnej nie musi istnieć jednoznaczne powiązanie pomiędzy zakończeniem wyświetlania sygnału zezwalającego dla różnych grup sygnałowych.

Dostosowanie długości sygnałów żółtych należy wprowadzać w dwóch dziedzinach. Zasadny wydaje się powrót do większych długości sygnałów żółtych, np. jak w przepisach [9]. Polska jest krajem o najkrótszych czasach sygnałów żółtych spośród krajów objętych analizą przedstawioną w artykule. Głosy uzasadniające wydłużenie sygnałów żółtych można spotkać również wśród zarządców dróg położonych poza obszarami zabudowanymi. Osobne zagadnienie stanowią sygnały dla kierujących pojazdami transportu publicznego. Sygnały te, według polskich przepisów [16], są znacznie krótsze niż w innych krajach i uzasadnione jest wydłużenie. Obecnie stosowane długości sygnałów żółtych nie uwzględniają charakterystyk rozruchu i hamowania pojazdów transportu zbiorowego.

Czynnikiem sprawiającym, że problem długości sygnału żółtego nie jest przyczyną wielu zdarzeń drogowych jest również niewielka długość sygnałów zezwalających dla tramwajów. Długość sygnału oscylująca w okolicach wartości minimalnej sprawia, że niewielkie jest prawdopodobieństwo dojazdu do skrzyżowania tramwaju w okresie wyświetlania sygnału zielonego. Większość przejazdów tramwajów przez skrzyżowanie odbywa się ze startu zatrzymanego, a zgodnie z przepisami niemieckimi [13] w takim przypadku dopuszczalne jest nawet pominięcie sygnału żółtego. W chwili obecnej występuje tendencja do nadawania priorytetu pojazdom transportu publicznego, co spowoduje zwiększenie udziału pojazdów dojeżdżających do skrzyżowań w okresie wyświetlania sygnału zielonego i sprawi, że znaczenie opisywanego w artykule problemu znacznie zwiększy się.

**Streszczenie**

Artykuł dotyczy zagadnień związanych z projektowaniem sygnalizacji świetlnej. Opisano w nim wpływ długości sygnałów pomocniczych (sygnał żółty) na hamowanie pojazdów ciężkich przed sygnalizatorem, ze szczególnym uwzględnieniem pojazdów transportu publicznego. Scharakteryzowano problem, przedstawiono wyniki obliczeń obrazujących możliwe scenariusze zachowania kierujących przy różnych wskazaniach sygnalizatorów. Przedstawiono aktualny stan prawny w dziedzinie projektowania długości sygnałów pomocniczych w sygnalizacji wraz z rysem historycznym. Przeanalizowano możliwości poprawy bezpieczeństwa ruchu, w tym rozwiązania stosowane w innych krajach i możliwość ich zastosowania na terenie Polski.

Słowa kluczowe: sygnalizacja świetlna, sygnał żółty, autobus, tramwaj

**Impact of supporting traffic light signals duration on heavy vehicles braking****Abstract**

The paper concerns problems of traffic light designing. Impact of supporting traffic light signals (amber light) duration on heavy vehicles braking before the lights has been discussed with focus on public transport vehicles. The issue has been described and the calculation results given for likely scenarios of driver behavior at different lights indication. The current legal status regulating designing of supporting traffic light signals' duration designing has been presented and its history outlined. Possible traffic safety improvements have been analyzed, including solutions applied in other countries and potential for their implementation in Poland.

Key words: traffic lights, amber light, bus, tram.

**LITERATURA**

- [1] Allsop R. E., Tracz M.: Skrzyżowania z sygnalizacją świetlną, WKiŁ, Warszawa, 1990
- [2] Arczyński S.: Mechanika ruchu samochodu, WNT, Warszawa, 1994
- [3] Datka S., Suchorzewski W., Tracz M.: Inżynieria ruchu, WKiŁ, Warszawa, 1999
- [4] <http://www.tvnwarszawa.pl/informacje,news,na-czerwonym-i-przez-podwojna-ciagla-miejskim-autobusem,36032.html>
- [5] <http://www.tvnwarszawa.pl/informacje,news,pirat-na-przymusowym-urlopie,36185.html>
- [6] <http://www.tvnwarszawa.pl/informacje,news,zagapilem-sie-przez-moment-tlumaczy-sie-pirat-drogowy,36511.html>
- [7] <http://www.youtube.com/watch?v=7JIIdQQ2-vE>
- [8] Instruction interministerielle sur la signalisation routiere. Sixième Partie :Feux de circulation permanents, Version consolidée août 2009
- [9] Instrukcja o drogowej sygnalizacji świetlnej, Załącznik nr 2 do Zarządzenia Ministrów Transportu i Gospodarki Morskiej oraz Spraw Wewnętrznych z dnia 6 czerwca 1990 (M. P. 24 poz. 184 z 1990 r.)
- [10] Instrukcja o drogowej sygnalizacji świetlnej. Zasady stosowania, konstrukcja i wzory barwne sygnałów, Załącznik nr 3 do Zarządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 3 marca 1994 (M. P. 16 poz. 120 z 1994 r.)
- [11] Manual on Uniform Traffic Control Devices, Federal Highway Administration, 2003
- [12] Obrębski D., Rej B., Winiarski A., Zuń B.: Podręcznik Motorniczego Tramwajowego, Biuro Wydawnictw MHWiU, Warszawa 1972
- [13] Richtlinien für Lichtsignalanlagen, Bonn 1992
- [14] Richtlinien für Lichtsignalanlagen, (Entwurf), 2009
- [15] Rozporządzenie Ministrów Infrastruktury oraz Spraw Wewnętrznych i Administracji w sprawie znaków i sygnałów drogowych (Dz. U. 170 poz. 1393 z 2002 r.)
- [16] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie szczegółowych warunków technicznych dla znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warunków ich umieszczania na drogach (Dz. U. 220 poz. 2181 z 2003 r.)
- [17] Szatkowski M.: Sterowanie Ruchem Drogowym – materiały pomocnicze do wykładu, Warszawa 2005