



JAROSŁAW MICHAŁEK

Politechnika Wrocławska
jaroslaw.michalek@pwr.
wroc.pl

Bezpieczeństwo bierne słupów oświetleniowych

Główne problemy bezpiecznego ruchu drogowego w Polsce to przede wszystkim niebezpieczne zachowania uczestników ruchu oraz niska jakość elementów infrastruktury drogowej. Niebezpieczne zachowania

uczestników ruchu związane są z nieprzestrzeganiem przepisów ruchu drogowego (w tym jazda z nadmierną prędkością, nietrzeźwość kierujących), niskim stopniem korzystania ze środków bezpieczeństwa (pasy, urządzenia zabezpieczające dzieci w samochodach, kaski ochronne) oraz brak poszanowania praw innych uczestników ruchu. Niska jakość infrastruktury drogowej to między innymi: brak wystarczającej hierarchizacji dróg i niedostosowanie ich stanu technicznego do pełnionych funkcji, niewielki udział dróg o najwyższym standardzie technicznym w całej sieci drogowej, niewłaściwie ukształtowane otoczenie dróg i ulic (np. obudowywane obwodnice), liczne wady geometryczne i mankamenty organizacji ruchu, zły stan nawierzchni i poboczy, twarde otoczenie dróg (drzewa, słupy, głębokie rowy), brak urządzeń bezpieczeństwa ruchu dla pieszych i rowerzystów [1].

Kwestie bezpieczeństwa ruchu drogowego podnoszone są od wielu lat w kolejnych dokumentach krajowych i unijnych. Przykładem jest projekt Strategii Rozwoju Transportu w kraju do 2020 r. (z perspektywą do 2030 r.) [2]. Głównymi celami strategii jest zwiększenie dostępności transportowej, poprawa bezpieczeństwa uczestników ruchu i zwiększenie efektywności sektora transportowego poprzez tworzenie spójnego, zrównoważonego i przyjaznego użytkownikowi systemu transportowego w wymiarze krajowym, europejskim i globalnym.

Cele te wymienione są także w innych dokumentach, np. w przyjętym przez Radę Ministrów Krajowym Programie Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego 2005–2010–2013 GAMBIT 2005 [1], a także średniookresowej Strategii Rozwoju Kraju 2007–2015 [3, 4], w których jednym z priorytetów jest poprawa stanu infrastruktury technicznej, a w szczególności poprawa bezpieczeństwa ruchu drogowego. Celami szczegółowymi dokumentu [1] są m.in.:

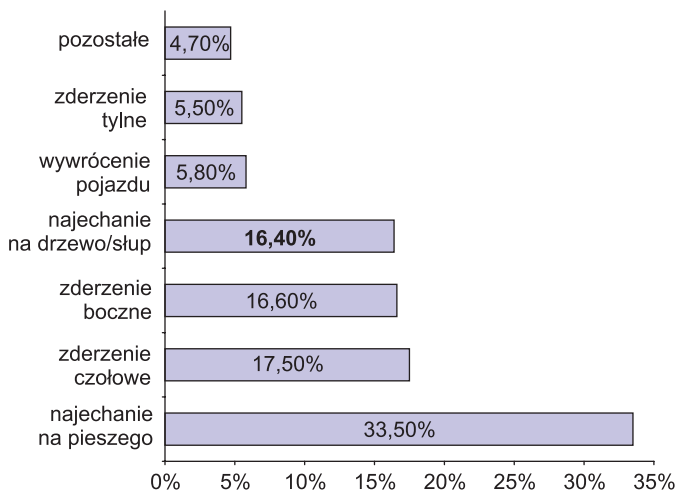
- stworzenie podstaw do prowadzenia skutecznych i długofalowych działań na rzecz bezpieczeństwa ruchu drogowego;
- kształtowanie bezpiecznych zachowań uczestników ruchu drogowego poprzez działania zmierzające do podniesienia świadomości społeczeństwa na temat zagrożeń bezpieczeństwa ruchu drogowego, zwiększenie działań prewencyjnych policji na drogach i automatyzację rejestracji wykroczeń, podniesienie poziomu szkolenia kierowców, prowadzenie akcji informacyjnych oraz działania wymuszające poprawne zachowania uczestników ruchu drogowego;
- ochrona pieszych, dzieci i rowerzystów, związana z koniecznością weryfikacji istniejących aktów prawnych pod

kątem zasad poruszania się pieszych i rowerzystów (a także relacji pieszy-kierowca), udoskonalenia systemu edukacji i komunikacji ze społeczeństwem, unowocześnienia nadzoru nad ruchem pieszych i rowerzystów oraz powszechne stosowanie drogowych środków chroniących pieszych i rowerzystów;

- budowa i utrzymanie bezpiecznej infrastruktury drogowej poprzez wykonanie przeglądu głównych ciągów drogowych i ulicznych z punktu widzenia bezpieczeństwa ruchu drogowego i wyeliminowanie ewidentnych mankamentów bezpieczeństwa sieci drogowej, powszechne promowanie i wdrażanie środków służących rozdzieleniu funkcji dróg i ulic, uspokojeniu ruchu; promowanie i wdrażanie środków zmniejszających wielkość ruchu samochodowego przez zwiększenie udziału transportu zbiorowego w przewozach, opracowanie zasad oceny planów i projektów drogowych z punktu widzenia bezpieczeństwa ruchu drogowego;
- zmniejszenie ciężkości i konsekwencji wypadków drogowych poprzez wielokierunkowe działania prewencyjne, ratownicze, inżynierskie i edukacyjne, a w szczególności poprzez stosowanie urządzeń zabezpieczających w pojazdach, kształtowanie drogi „wybaczącej” błędy kierowców i otoczenia drogi pozbawionego niebezpiecznych obiektów, usprawnienie ratownictwa na drogach i edukację w zakresie pierwszej pomocy.

Już dziś wiemy, że cele etapowe programu rządowego „Gambit 2005”, ustalone w 2005 r. nie zostaną osiągnięte. W tej sytuacji Krajowa Rada Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego zdecydowała o opracowaniu nowego wieloletniego programu bezpieczeństwa ruchu drogowego na lata 2013–2020. Narodowy program ruchu drogowego 2013–2020 [5] i jego struktura interwencji opiera się na pięciu następujących filarach: bezpieczne zachowania uczestników ruchu, bezpieczna infrastruktura drogowa, bezpieczna prędkość i bezpieczne pojazdy oraz system ratownictwa i pomocy medycznej.

W programie [5] podkreśla się, że błędy infrastruktury drogowej to jedna z głównych przyczyn powstawania wypadków drogowych i ich ciężkości. Istotne zagrożenie stwarzają przeszkody w otoczeniu dróg, potęgując skutki wypadków. Ze statystyki 2011 r. wynika (rys. 1), że spośród wszystkich rodzajów wypadków drogowych najczęściej dochodziło do zderzeń czołowych (17,5%) i bocznych (16,6%), jednak największą liczbę ofiar stanowią piesi (33,5%). Kolejnym palącym problemem jest bardzo duża liczba zderzeń ze skutkiem śmiertelnym z twardą przeszkodą w otoczeniu drogi (drzewo, słup, znak) (16,4%). Można zatem wnioskować, że otoczenie i wyposażenie dróg jest w dalszym ciągu niewłaściwe. Przeszkody zagrażające bezpieczeństwu ruchu drogowego nie są w dostatecznym stopniu eliminowane, brak jest dostatecznego wyposażenia dróg w urządzenia bezpieczeństwa dla niechronionych uczestników ruchu drogowego, nie są



Rys. 1. Rodzaje wypadków drogowych w 2011 r. z uwzględnieniem ofiar śmiertelnych [5]

podejmowane w wystarczającym zakresie działania zmierzające do ograniczenia liczby najcięższych w skutkach zderzeń czołowych [5].

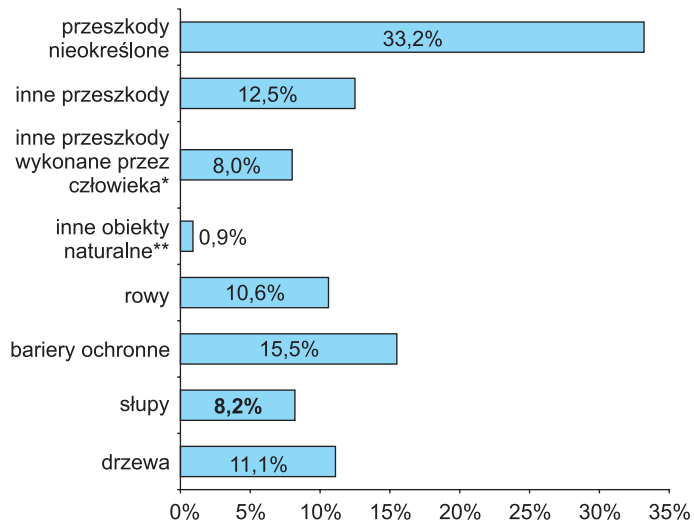
W artykule postanowiono przyrzeć się bliżej problemowi zmniejszenia ciężkości i konsekwencji wypadków drogowych poprzez kształtowanie otoczenia drogi pozbawionego niebezpiecznych obiektów, a w szczególności systemowi bezpieczeństwa biernego konstrukcji budowlanych (słupów oświetleniowych) zlokalizowanych w pasie drogowym.

Bezpieczeństwo biernie konstrukcji

Otoczenie drogi

Bezpieczne otoczenie drogi przyjazne dla kierowcy to zespół cech otoczenia mających na celu zmniejszenie skutków zaistniałej kolizji lub wypadku drogowego z punktu widzenia wszystkich jego uczestników, eliminujące do minimum skutki popełnionego, często niezamierzonego błędu kierowcy. Na otoczenie drogi składają się wszystkie urządzenia infrastruktury drogowej zlokalizowane w bezpośrednim sąsiedztwie jezdni lub w pasie je dzielącym. Otoczenie drogi to również rosnące blisko krawędzi drogi drzewa. Analizy przeprowadzane w ramach programu *RISER* (*Roadside Infrastructure for Safer European Roads*) [6], realizowanego pod patronatem Europejskiej Federacji Drogowej (ERF) przy współudziale dziewięciu państw europejskich i ich przedstawicieli reprezentujących zarówno administrację publiczną i jednostki naukowo-badawcze, jak też firmy sektora prywatnego, potwierdziły stosowaną w większości państw europejskich szerokość strefy bezpieczeństwa (wolną od jakichkolwiek niebezpiecznych przeszkód) na poziomie 6–10 m dla prędkości jazdy około 100 km/h. Strefy bezpieczeństwa mogą być zmniejszone przy niższych prędkościach jazdy. Przy prędkości do 80 km/h stosuje się szerokość strefy bezpieczeństwa od 4,5 m do 7 m.

W ramach projektu *RISER* stworzono bazę danych dotyczącą 265 000 wypadków drogowych. Efektem programu *RISER* jest między innymi klasyfikacja przeszkód w pasie drogowym (rys. 2).



Rys. 2. Klasyfikacja przeszkód w pasie drogowym wraz z procentową ilością zderzeń pojazdów w stosunku do wszystkich zdarzeń według danych statystycznych programu *RISER* [6] (* – znaki, konstrukcje betonowe, ogrodzenia bez zabezpieczeń, przepusty, przejścia podziemne; ** – powierzchnie skalne, kamienie, zbiorniki wodne)

Wyróżnia ona przeszkody punktowe, to jest: drzewa, słupy oświetleniowe i sygnalizacji świetlnej, konstrukcje wsporcze znaków drogowych i tablic informacyjnych, filary, przyczółki mostu, skały, głazy, przepusty, ścianki czołowe, zakończenia barier drogowych, oraz inne, takie jak linie kolejowe, rzeki. Drugą kategorię stanowią przeszkody ciągłe, liniowe, a więc: skarpy wykopów i nasypów, rowy, skały, ścianki oporowe, ogrodzenia, bariery drogowe niezgodne z serią norm PN-EN 1317, oraz inne, takie jak rzeki, linie kolejowe, rzędy drzew. W przypadku przeszkód punktowych ocenia się (rys.2) [6], że w wypadkach pojazdów zjeżdżających z pasa jezdni, zderzenia z drzewami stanowią aż 11,1% wszystkich tego rodzaju zdarzeń, ze słupami – 8,2%, barierami drogowymi – 15,5%. W dalszej kolejności jako niebezpieczne wymieniane są rowy – 10,6%, natomiast w 8% wypadków następują zderzenia ze znakami oraz z przepustami i konstrukcjami betonowymi.

Po stwierdzeniu występowania w otoczeniu drogi urządzeń infrastruktury oraz innych przeszkód mogących stwarzać zagrożenia, należy sprawdzić możliwość ich usunięcia, przesunięcia lub zminimalizowania tych zagrożeń przez działania inżynierskie (np. zmianę lokalizacji przeszkód, zastosowanie konstrukcji wsporczych, minimalizujących skutki zderzenia zgodnie z normą PN-EN 12767:2008 [7], złagodzenie pochylenia skarp rowów przydrożnych i wyokrąglenie ich krawędzi, odsunięcie drogi od przeszkody). Generalnie w otoczeniu dróg należy unikać stosowania rozwiązań, które mogłyby stanowić zagrożenia, i których zabezpieczenie wymagałoby stosowania barier ochronnych zgodnych z [8]. Dopiero w przypadku pojedynczej przeszkody, której nie można wyeliminować lub w przypadku tradycyjnej konstrukcji wsporczej, której nie można zastąpić konstrukcją łagodzącą skutki zderzenia, zgodnie z normą [7] należy zastosować bariery ochronne [8].

Przez wiele lat drogowe słupy oświetleniowe były wykonywane na podstawie indywidualnych opracowań dla konkretnych producentów i wg norm branżowych. Brakowało w kra-

ju jednolitych przepisów regulujących projektowanie słupów oświetleniowych. Od 2002 r. rozpoczęto wprowadzanie do zbioru Polskich Norm serii norm EN [9÷17], określających wymagania ogólne dotyczące wymiarów i tolerancji wymiarowych, zasad projektowania i weryfikacji doświadczalnej słupów oświetleniowych z różnych materiałów. Jednym z wymagań stawianych drogowym słupom oświetleniowym jest konieczność określenia bezpieczeństwa biernego przy uderzeniu w nie pojazdu.

Wymagania ogólne

Zgodnie z normą *PN-EN 12767:2008 Biernie bezpieczeństwo konstrukcji wsporczych dla urządzeń drogowych. Wymagania i metody badań* [7] słupy oświetlenia drogowego, a także konstrukcje wsporcze pionowego oznakowania dróg oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu powinny być tak zbudowane, aby nie stwarzały zagrożenia dla uczestników ruchu drogowego w przypadku nieprzewidzianych sytuacji kończących się kolizją. Norma [7] nie zawiera wymagań odnoszących się do technologii wykonania konstrukcji lokalizowanych w pasie drogowym. Podaje natomiast wymagania i metody badania konstrukcji wsporczych pod względem spełnienia określonych kryteriów, zmniejszających skutki uderzenia pojazdu w konstrukcję zlokalizowaną przy drodze.

W normie wyróżniono trzy kategorie biernego bezpieczeństwa konstrukcji wsporczych, w zależności od poziomu pochłaniania przez nie energii w trakcie uderzenia pojazdu:

- pochłaniające energię w wysokim stopniu (HE),
- pochłaniające energię w niskim stopniu (LE),
- nie pochłaniające energii (NE).

Konstrukcje wsporcze pochłaniające energię w wysokim stopniu (HE) zatrzymują pojazd lub wyraźnie wyhamowują jego prędkość po zderzeniu, zmniejszając w ten sposób ryzyko powtórnego zderzenia pojazdu z podporami, drzewami, pieszymi lub innymi użytkownikami dróg. Po uderzeniu w konstrukcje klasy HE samochód będzie przemieszczał się wolno lub wyhamuje, ale ryzyko obrażeń kierowcy jest większe niż w konstrukcjach klasy LE. Konstrukcje pochłaniające energię w wysokim stopniu (HE) powinny mieć zastosowanie na drogach krajowych, wojewódzkich, powiatowych i gminnych usytuowanych w granicach obszaru zabudowanego.

Konstrukcje wsporcze pochłaniające energię w niskim stopniu (LE) powinny spowolnić pojazd, w celu uniknięcia ponownej kolizji. Ryzyko obrażeń kierowcy jest większe niż w konstrukcjach NE, ale mniejsze niż w HE. Konstrukcje pochłaniające energię w niskim stopniu (LE) powinny mieć zastosowanie na drogach krajowych, wojewódzkich, powiatowych i gminnych szczególnie w obszarach przejść dla pieszych, dróg rowerowych i rond.

Konstrukcje wsporcze nie pochłaniające energii (NE) to takie, które przy uderzeniu w nie pojazdu przynoszą najmniejsze ryzyko odniesienia obrażeń przez kierowcę oraz uszkodzeń pojazdu w porównaniu z kategoriami LE i HE. Mają one zastosowania głównie na autostradach, drogach ekspresowych oraz głównych drogach krajowych.

W normie [7] do każdej z trzech kategorii konstrukcji wsporczych pochłaniających w różny sposób energię zderzenia przy prędkościach 50, 70 i 100 km/h zdefiniowano sto-

pień skutków uderzenia charakteryzowany wskaźnikiem intensywności przyspieszenia ASI i teoretyczną prędkością głowy w czasie zderzenia THIV.

Wartość wskaźnika ASI jest przyjmowana za wymiar ciężkości wypadku kierowcy i pasażerów w uderzającym w przeszkodę pojeździe. ASI jest wielkością bezwymiarową obliczaną według normy PN-EN1317-1:2010 [18], zgodnie z funkcją skalarną czasu. Przeważnie w wybranym punkcie pojazdu ma tylko wartości dodatnie. Teoretyczna prędkość głowy w czasie zderzenia (THIV) jest to prędkość wyrażona w km/h, z jaką hipotetyczny „punkt masy” pasażera (głowa) mogący poruszać się swobodnie w pojeździe uderza w powierzchnię wewnątrz pojazdu, przy założeniu, że głowa pozostaje w kontakcie z tą powierzchnią przez resztę okresu zderzenia (a więc poddana jest takiemu samemu przyspieszeniu jak pojazd). Norma [18] wprowadziła dodatkowy parametr – opóźnienie głowy po zderzeniu (PHD), w celu określania efektów uderzenia pojazdu.

Dodatkowo norma [7] określa cztery stopnie ryzyka użytkowników pojazdów. Poziomy 1, 2 i 3 przyporządkowane są konstrukcjom wsporczym, zapewniającym wzrost bezpieczeństwa pasażerów poprzez zmniejszenie skutków uderzenia. Poziom 4 obejmuje bardzo bezpieczne konstrukcje podporowe.

Zróżnicowanie poziomów bezpieczeństwa pasażerów i kategorii pochłaniania energii powinno umożliwić władzom państwowej i lokalnej administracji drogowej określenie wymagań bezpieczeństwa biernego konstrukcji wsporczych w pasach drogowych podczas uderzenia w nie pojazdu. Przy określaniu wymagań bezpieczeństwa biernego konstrukcji wsporczych norma [7] zaleca brać pod uwagę:

- kategorię drogi i jej geometrię,
- typowe prędkości pojazdów,
- obecność innych konstrukcji, drzew czy ruchu pieszego,
- przewidywane ryzyko urazu w czasie wypadku i prawdopodobne koszty odszkodowań,
- sprawność systemu hamulcowego pojazdu.

Próbę sprecyzowania wymagań bezpieczeństwa biernego konstrukcji wsporczych zlokalizowanych w pasach drogowych ze względu na ich wpływ na bezpieczeństwo pasażerów w warunkach uderzenia w nie pojazdu podjął (tabela 1) Instytut Badawczy Dróg i Mostów w Warszawie [19].

W celu ustanowienia jednakowych zasad traktowania wszystkich producentów słupów oświetleniowych i zapewnienia im niezbędnego czasu na wykonanie testów zderzeniowych, Instytut Badawczy Dróg i Mostów proponuje [19] okres przejściowy do 31 grudnia 2014 r. W okresie tym do wszystkich słupów będzie można przyjmować klasę 0 według [7]. Natomiast od 1 stycznia 2015 r. wszystkie słupy oświetleniowe przeznaczone do wbudowania na drogach publicznych będą musiały spełnić wymagania bezpieczeństwa biernego przy uderzeniu pojazdu, według propozycji zawartej w tabeli 1 [19]. Wydaje się, że w przedstawionej w tabeli 1 (L.p. 2 i 3) propozycji brak jest bardziej szczegółowych zaleceń i wskazań, szczególnie w aspekcie poziomu bezpieczeństwa użytkowników pojazdu.

Aby propozycja Instytutu Badawczego Dróg i Mostów znalazła zastosowanie w szeroko rozumianej praktyce, konieczne są akceptacja i wdrożenia przez władzę państwową i lokalnej administracji drogowej. Obecnie brak jest nowelizacji

Tabela 1. Wymagania bezpieczeństwa biernego konstrukcji wsporczych przy uderzeniu w nie pojazd [19]

L.p.	Kategoria drogi	Klasa prędkości [km/h]	Kategoria pochłaniania energii	Poziom bezpieczeństwa użytkowników pojazdu
1	Autostrady i drogi ekspresowe	100	NE	3
2	Pozostałe drogi krajowe i wojewódzkie (z wyłączeniem L.p.4)	70	HE, LE, NE	1, 2, 3
3	Drogi powiatowe i gminne (z wyłączeniem L.p.4)	50	HE, LE, NE	1, 2, 3
4	Drogi krajowe, wojewódzkie, powiatowe i gminne usytuowane w granicach obszaru zabudowanego, gdzie nie wskazano podniesienia dopuszczalnej prędkości		Klasa 0	

rozporządzeń Ministra Infrastruktury w zakresie zmiany zapisów dotyczących konstrukcji wsporczych uwzględniających normę [7], jak również brak stosownych wytycznych jej stosowania.

Wymagania stawiane słupom oświetleniowym w zakresie bezpieczeństwa biernego

W praktyce sprawdzenie zgodności z normą [7] i zakwalifikowanie konstrukcji do odpowiedniej grupy następuje podczas testów zderzeniowych. Prowadzone badania zmierzają do udowodnienia, że tylko specjalne konstrukcje są w stanie zredukować powstającą w chwili zderzenia siłę przeciążenia do poziomu gwarantującego względne bezpieczeństwo pasażerów pojazdu uderzającego w przeszkodę z określoną prędkością.

Konstrukcja wsporcza powinna być badana pod obciążeniem odpowiadającym maksymalnemu obciążeniu projektowanemu dla powierzchni krytycznej oraz w stosunku do innych wymiarów konstrukcji [7]. W przypadku słupów oświetleniowych, podczas badań powinny być zainstalowane lampy oraz kable, włączając typowe kable podziemne oraz wyposażenie skrzynki bezpiecznikowo – złączeniowej. Słupy elektroenergetyczne należy badać wraz z zawieszonymi na nich przewodami i izolatorami, więc powinny być ustawione nie mniej niż trzy podpory. Na elementach do badań powinny być zamocowane, jeśli są stosowane, inne elementy wyposażenia (np. przewody podwieszane, aby symulować połączenie sąsiednich słupów w eksploatacji), znaki drogowe, światła sygnalizacyjne itp. Z powodu ryzyka wbicia się elementów wyposażenia słupów w przednią szybę uderzającego pojazdu, minimalna wysokość dolnej krawędzi elementów takich jak znaki drogowe itp. mocowanych na słupach nie powinna być mniejsza niż 2,0 m. Możliwe jest niższe zainstalowanie wyposażenia, ale powinno się obliczyć ryzyko wbicia się go w przednią szybę [7].

Słup oświetleniowy powinien być badany z najdłuższym pojedynczym wysięgnikiem oraz najcięższą oprawą oświetleniową, odpowiednią do tej długości wysięgnika. Poprawny wynik badania powinien być odpowiedni także dla takiego samego słupa, ale z krótszym pojedynczym bądź podwójnym wysięgnikiem takiego samego typu, o nie większej cał-

kowitej wysokości słupa z oprawą oświetleniową powodującą taki sam lub mniejszy statyczny moment zginający jak w czasie badania. Podobnie będzie w przypadku słupa ze szczytową oprawą oświetleniową bez wysięgnika.

Jeżeli konstrukcja wsporcza ma różne wymiary czy wysokości, lecz nie może być uznana za należąca do tej samej rodziny wyrobów, wówczas badania powinny być wykonane do najmniejszej i największej wersji wskazanej przez wykonawcę. Jeżeli badania najmniejszej i największej wersji konstrukcji wykażą, że wykonanie jest takie samo, z wyjątkiem poziomu bezpieczeństwa użytkowników, wymiary i wysokość mogą być

aprobowane, lecz poziom bezpieczeństwa pasażerów przyjęty jest jak do największej wersji konstrukcji.

W przypadku istnienia rodziny wyrobów, jako pierwszy, przy wybranej klasie prędkości i przy niskiej prędkości, powinien być zbadany największy rozmiar ze wszystkich proponowanych rodzin wyrobów [7]. Zazwyczaj największy rozmiar ma największą wytrzymałość na obciążenie (nośność zgięciową w poziomie terenu).

W zależności od wyników tych testów, zgodnie z normą [7] dalsze analizy przeprowadzone powinny być następująco:

- jeśli badany element spełnia wymogi kategorii NE dalsze testy nie są wymagane. Cała rodzina wyrobów może być zaklasyfikowana jak badany element (wszystkie mniejsze elementy rodziny wyrobów, do których dostarczono informacje techniczne, w tej samej klasie prędkości, kategorii absorpcji energii oraz poziomie bezpieczeństwa pasażerów jak przebadany element). W związku z ryzykiem penetracji przedniej szyby uderzającego pojazdu, nieprzebadany element o zredukowanej minimalnej wysokości powinien być nie niższy niż 2,0 m. Niższe instalacje powinny być poddane specjalny testom;
- jeśli badany element spełnia wymogi kategorii HE lub LE, dalsze badania powinny być prowadzone na najmniejszym elemencie proponowanej rodziny wyrobów, tylko przy wybranej klasie prędkości;

1) Jeśli najmniejszy badany element spełnia wymogi tej samej kategorii absorpcji energii i poziomu bezpieczeństwa pasażerów, rodzina wyrobów może być zadeklarowana z włączeniem elementów przebadanych oraz wszystkich pośrednich, dla których zostały zapewnione informacje techniczne. Cała rodzina wyrobów może być zadeklarowana do tej samej klasy prędkości, poziomu pochłaniania energii oraz poziomu bezpieczeństwa pasażerów.

2) Jeśli najmniejszy element badany przy takiej samej prędkości uderzenia spełnia kryteria tej samej klasy pochłaniania energii oraz wyższego poziomu bezpieczeństwa pasażerów, rodzina wyrobów może być zadeklarowana do wszystkich pośrednich elementów proponowanej rodziny wyrobów, do których zostały dostarczone informacje techniczne. Cała rodzina wyrobów może być zadeklarowana, jako mająca taką samą klasę prędkości, kategorię pochłaniania energii i poziom bezpieczeństwa pasażerów jak największy element. Za wyjątkiem, że dla najmniejsze-

go badanego elementu rzeczywisty poziom bezpieczeństwa pasażerów osiągnięty w teście powinien być zadeklarowany dla tego elementu.

3) Jeśli dla najmniejszego elementu wykazano w badaniu różną kategorię absorpcji energii (HE lub LE) oraz/lub niższy poziom bezpieczeństwa pasażerów w stosunku do tego osiągniętego przez największy element, rodzina wyrobów nie może być zadeklarowana.

W szczególnych przypadkach słupów oświetleniowych, kategoria NE, LE lub HE rodziny wyrobów może zawierać słupy większe niż największy przebadany, jeśli nośność zgięciowa w poziomie gruntu jest nie większa od nośności największego badanego słupa oraz masa lub długość większego słupa są nie większe niż 110% masy lub długości największego przebadanego słupa.

W szczególnych przypadkach słupów oświetleniowych można wykorzystać interpolację do wyznaczenia poziomu absorpcji energii i poziomu bezpieczeństwa pasażerów pośrednich elementów rodziny wyrobów, dla których dostarczono informacje techniczne. Do oszacowań dla innych rozmiarów z rodziny wyrobów powinny być wykorzystane wyniki badań nie mniej niż dwóch rozmiarów słupów (załącznik C normy [7]).

Jeśli dwa rozmiary słupów oświetleniowych w rodzinie wyrobów zostały przebadane przy tej samej klasie prędkości, wartości THIV oraz ASI pośrednich rozmiarów mogą być uzyskane przez interpolację liniową z wykorzystaniem nośności na zginanie oraz masy słupa. Najwyższa wartość ASI oraz THIV uzyskana w ten sposób powinna być wykorzystana przy doborze poziomu istotności dla każdego rozmiaru pośredniego. Jeżeli różnica między dwiema pomierzonymi w teście wartościami ASI przekracza 0,5 lub różnica między dwiema wartościami THIV jest większa niż 15 km/h, wtedy interpolacji nie wykorzystuje się. Wartości ASI oraz THIV najmniejszego przebadanego słupa mogą być wykorzystane dla słupów mniejszych pod względem masy i nośności na zginanie.

Jeśli dwa rozmiary słupów z rodziny zostały przebadane w tej samej klasie prędkości, wyjściowa prędkość dla rozmiarów pośrednich może być uzyskana przez interpolację liniową z wykorzystaniem masy oraz długości słupa. Najwyższa prędkość wyjściowa uzyskana w ten sposób może być wykorzystana przy określaniu klasy energii absorpcji dla każdego rozmiaru pośredniego. Jeśli różnica między dwiema wyjściowymi prędkościami zmierzonymi w badaniu jest większa niż połowa klasy prędkości testu to interpolacji nie wykorzystuje się.

Próba zderzeniowa

Pojazd i poligon badawczy

Badania prowadzone są z wykorzystaniem lekkiego pojazdu w celu sprawdzenia, czy skuteczność odporności na uderzenie jest odpowiednia dla bezpieczeństwa użytkowników lekkiego pojazdu. Charakterystyka standardowego samochodu osobowego do testów zderzeniowych podana jest w tabeli 2. Pojazd użyty w badaniach powinien reprezentować jeden z aktualnych na terenie Europy modeli samochodów i spełniać warunki dopuszczalne do ruchu na drogach, tj. mieć od-

powiednie zawieszenie, zbieżność kół, ciśnienie w oponach i stan nadwozia. Pojazd nie może być po remoncie czy modyfikacji, aby nie zmienić charakterystyki pojazdu. Ruch pojazdu nie powinien być ograniczany przez układ kierowniczy czy w jakiś inny sposób podczas uderzenia i na długości 12,0 m od punktu uderzenia. Punkt uderzenia powinien znajdować się w środku pojazdu z odchyłką $\pm 0,1$ m, a kąt uderzenia określony przez pojazd opuszczający jezdnię powinien wynosić $20 \pm 2^\circ$. W celu upewnienia się, czy pojazd doświadczalny spełnia swe cechy charakterystyczne, wykonuje się test kalibrowania opisany szczegółowo w normie [7].

Tabela 2. Dane techniczne pojazdu do próby zderzeniowej [7]

Masa własna pojazdu ^{1), 2)}	825 ± 40 kg
Maksymalne dociążenie (balast ³⁾) łącznie z aparaturą pomocniczą i rejestrującą	100 kg
Masa manekina ⁴⁾	78 ± 5 kg
Całkowita masa pojazdu podczas badań	900 ± 40 kg
Rozstaw przedniej i tylnej osi pojazdu	1,35 ± 0,2 m
Odległość środka ciężkości od przedniej osi mierzona na linii środkowej podłużnej pojazdu	0,90 ± 0,09 m
Odległość środka ciężkości od linii środkowej podłużnej pojazdu	± 0,07 m
Odległość środka ciężkości od podłoża	0,49 ± 0,05 m

¹⁾ masa płynów wliczona jest do masy własnej pojazdu; nie zaleca się „tankowania do pełna”

²⁾ aby spełnić wymagania dla masy bezwładnej, należy użyć samochodu o masie własnej 785 ± 100 kg

³⁾ cały balast powinien być pewnie i bezpiecznie przymocowany do pojazdu, tak aby nie przekraczał rozkładu masy w płaszczyźnie pionowej i poziomej określonego w specyfikacji wytwórcy

⁴⁾ manekin powinien być umieszczony na przednim siedzeniu; wskazane jest, aby umieścić go na miejscu kierowcy i zabezpieczyć pasami bezpieczeństwa

Powierzchnia na obszarze badań powinna być generalnie równa przy kącie nachylenia nie przekraczającym 2,5%. Powinna mieć wystarczające wymiary, pozwalające na osiągnięcie przez pojazd przyspieszenia do żądanej prędkości i kontrolę, czy kierunek zbliżania się do obiektu jest stały. Teren wokół badanego obiektu (np. słupa) oraz w odległości nie mniejszej niż 15,0 m poza punktem uderzenia powinien być płaski, utwardzony i wolny od zastoisk wodnych, lodu czy śniegu w czasie badania.

Konstrukcja wsporcza

Do oznaczenia poziomu ryzyka użytkowników pojazdów wymagane są badania przy prędkości 35 km/h, które potwierdza prawidłowe funkcjonowanie konstrukcji przy niskich prędkościach oraz przy prędkości odpowiadającej klasie prędkości przy zderzeniu 50, 70 lub 100 km/h. Określenie, w której klasie prędkości należy badać konstrukcję wsporczą, należy do wytwórcy konstrukcji. Decyzja ta będzie skutkowałą oczywiście przypisaniem konstrukcji określonych charakterystyk ze wskazaniem miejsc możliwego zastosowania.

Każda badana konstrukcja wsporcza opisana jest przez określenie charakterystyki (klasy szybkości, kategorii pochłaniania energii, poziomu bezpieczeństwa pasażerów). Aby za-

Tabela 3. Maksymalne wartości wskaźników ASI i THIV w stosunku do każdej klasy prędkości, funkcji pochłaniania energii i poziomu bezpieczeństwa pasażerów [7]

Poziom pochłaniania energii	Poziom bezpieczeństwa użytkownika pojazdu	Prędkości			
		Normatywne badanie przy zderzeniu – prędkość 35 [km/h]		Badanie klasy prędkości (50, 70 i 100 [km/h]) przy zderzeniu	
		ASI – wskaźnik intensywności przyspieszenia	THIV – teoretyczna prędkość głowy podczas zahamowania [km/h]	ASI	THIV [km/h]
HE	1	1,0	27	1,4	44
	2			1,2	33
	3			1,0	27
LE	1			1,4	44
2	1,2			33	
3	1,0			27	
NE	1	0,6	11	1,2	33
	2			1,0	27
	3			0,6	11
	4	bez wymagań	bez wymagań	bez wymagań	3*

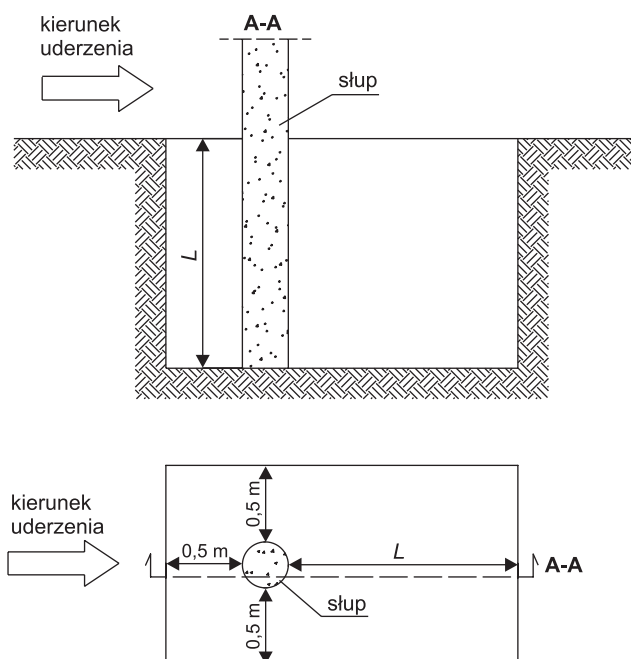
* wartość THIV obliczona jako różnica pomiędzy prędkościami przy zderzeniu v_i i końcową v_e .

kwalifikować konstrukcję wsporczą jako spełniającą wymagania określone przez normę [7], należy badać ją dla dużej prędkości (50, 70 lub 100 km/h) oraz małej prędkości (35 km/h). Wartości ASI i THIV powinny być mniejsze niż maksymalne dla obydwu badań zgodnie z tabelą 3 [7].

Montaż konstrukcji wsporczej powinien być wykonany zgodnie ze specyfikacją wykonawcy. Wykonawca powinien ustalić rodzaj zasypki i fundamentu, który użyty będzie w badaniach z podanych w normie [7]. Norma [7] przewiduje zastosowanie zasypki z gruntu standardowego (typ S) o ściśle

określonej normą [7] krzywej przesiewu, zasypki specjalnej (typ X) sporządzonej przez wytwórcę lub fundamentu sztywne (typ R), który przy próbie zderzeniowej nie może ulec trwałemu przesunięciu więcej niż o 1,0 cm. Wymiary otworu fundamentowego do posadowienia konstrukcji wsporczej w przypadku zasypki typu S i X nie powinny być mniejsze od pokazanych na rysunku 3.

Badana konstrukcja powinna zachowywać się w sposób przewidziany przez wytwórcę. Części, fragmenty, elementy czy inne większe odłamki pochodzące z badanej konstrukcji nie powinny wtargnąć do wnętrza pojazdu. Przednia szyba powinna tylko pęknąć, lecz nie powinna wpaść do wnętrza pojazdu. Części oderwane od konstrukcji, jej fragmenty czy inne większe odłamki nie powinny stanowić niebezpieczeństwa dla ruchu, pieszych czy pracowników drogowych. Piętnaście minut po uderzeniu najniższy punkt konstrukcji czy zamontowany znak nie może obniżyć się do mniej niż 4,0 m nad niweletę jezdni. Pojazd po uderzeniu powinien pozostać w pozycji wyjściowej nie mniej niż 12,0 m poza punktem uderzenia przy kącie toczenia nie mniejszym niż 45° i kącie nachylenia mniejszym niż 45°.



Rys. 3. Wymiary otworu fundamentowego w przypadku zasypki typu S i X [7]

Pomiary

Prędkość pojazdu przy zderzeniu powinna być mierzona na drodze zbliżania się pojazdu do przeszkody nie większej niż 6,0 m od punktu zderzenia. Prędkość końcowa powinna być mierzona poza punktem zderzenia w odległości równej wysokości przeszkody, lecz nie mniejszej niż 5,0 m. Badanie kąta, pod jakim pojazd zbliża się do przeszkody wykonuje się w odległości nie większej niż 6,0 m od punktu zderzenia.

Przyspieszenie samochodu jest wykorzystywane do oceny wyników badań przez wskaźnik intensywności przyspieszenia ASI i teoretyczną prędkość głowy w czasie zderzenia THIV. Przyspieszenie pojazdu należy mierzyć w kierunku wzdłużnym i poprzecznym w jednym punkcie wewnątrz nadwozia pojazdu w pobliżu środka ciężkości. Wymagane są trzy przetworniki przyspieszenia lub jeden przetwornik trójosiowy. W związku z fizycznymi ograniczeniami, faktyczne umieszczenie zestawu przyspieszeniomierzy może być odsunięte o kilka centymetrów od środka ciężkości. Może to prowadzić do powstania znacznych różnic pomiędzy zmierzonymi przyspieszeniami a przyspieszeniami w środku ciężkości spowodowanych ruchami kątowymi. W tych przypadkach norma [16] zaleca umieścić w osi wzdłużnej drugi trójosiowy zestaw przyspieszeniomierzy.

Całość badań powinna być dokumentowana wysokiej klasy sprzętem fotograficznym o minimalnej szybkości przesuwu 200 klatek na sekundę. Kamery powinny być umieszczone równolegle do ruchu pojazdu i rejestrować trajektorię ruchu pojazdu 6,0 m przed uderzeniem i 12,0 m po uderzeniu. Jedną z kamer powinna być umieszczona tak, aby rejestrować przebieg zderzenia z pozycji „lotu ptaka”. Na pojeździe powinno być umieszczone odpowiednie oznakowanie miejsc pomiaru zderzenia oraz prędkości przy zderzeniu i końcowej.

Podsumowanie

Obiekty i urządzenia (oświetlenie, sygnalizacja, znaki itp.) zlokalizowane w bezpośrednim otoczeniu drogi uwzględniając ich funkcję, są potrzebne do poprawy jakości podróży i zapewnienia bezpieczeństwa na drodze. Z drugiej jednak strony, z racji bliskiego ich usytuowania w stosunku do jezdni, mogą stanowić potencjalne zagrożenie podczas uderzenia w nie przez pojazd samochodowy, który niezamierzenie zjechał z jezdni. W konsekwencji istotne stało się, aby skutki takiego zdarzenia minimalizować. Efektem tych działań jest norma PN-EN 12676 [7], która określa wymagania, a także metody badań dla konstrukcji wsporczych urządzeń drogowych, mając na uwadze tzw. bierne bezpieczeństwo.

Zapisy normy [7] wpisują się w prowadzone od lat krajowe, europejskie i światowe kampanie oraz programy na rzecz poprawy bezpieczeństwa ruchu drogowego. W ostatnim czasie Zgromadzenie Ogólne Narodów Zjednoczonych ogłosiło lata 2011–2020 Dekadą działań na rzecz bezpieczeństwa ruchu drogowego (*Decade of Action for Road Safety*). Jej celem jest ustabilizowanie, a następnie zmniejszenie liczby śmiertelnych wypadków na drogach poprzez intensyfikację działań prowadzonych na szczeblu krajowym, regionalnym i globalnym. Rada Bezpieczeństwa ONZ w procesie szerokich konsultacji opracowała Globalny Plan na Dekadę działań na rzecz bezpieczeństwa ruchu drogowego 2011–2020, jako przewodnik dla państw członkowskich do wykorzystania i stosowania.

Działania przewidziane w Dekadzie powinny być prowadzone we wszystkich obszarach systemu bezpieczeństwa ruchu drogowego (transport, opieka zdrowotna, nadzór, prawo, planowanie przestrzenne itd.). Powinny zostać uwzględnione na poziomie lokalnym, krajowym, kontynentalnym i globalnym, lecz szczególny nacisk jest kładziony na działania krajowe i lokalne. Rezolucja ONZ [20] zaleca poszczególnym krajom wdrażanie 33 kierunków działań strategicznych podzielonych na pięć filarów:

- zarządzanie bezpieczeństwem ruchu drogowego,
- bezpieczniejsza infrastruktura drogowa,
- bezpieczniejsze pojazdy,
- poprawa bezpieczeństwa użytkowników dróg,
- reakcja powypadkowa.

Poszczególne kraje powinny uwzględniać te obszary aktywności jako kierunki własnych krajowych strategii bezpieczeństwa oraz systemów gromadzenia danych i wiedzy.

Wdrażanie bezpieczniejszych rozwiązań na drogach oraz w pojazdach samochodowych to wieloletni i niekończący

się proces. Mimo licznych, często medialnie nagłośnionych programów poprawy bezpieczeństwa drogowego, tempo zmian w polskiej infrastrukturze drogowej jest niestety bardzo powolne. Norma PN-EN 12676 [7] została włączona do zbioru Polskich Norm przeszło 10 lat temu i z przykrością należy odnotować fakt, że do tej pory nie znalazła ona szerszego odzwierciedlenia w przepisach czy wytycznych drogowych. Jest to wyzwanie dla władzy, państwowej i lokalnej administracji drogowej, do pilnego sprecyzowania poziomu wykonania konstrukcji wsporczych urządzeń drogowych, ze względu na ich wpływ na bezpieczeństwo pasażerów w warunkach uderzenia pojazdu w podporę. Należy się domyślać, że przyczyną są jak zawsze środki finansowe, które przy realizacji testów zderzeniowych są niemałe, szczególnie, że wymagania dotyczące odcinków testowych, na których wykonuje się zderzenia przy użyciu prawdziwych samochodów są wysokie.

Bibliografia

- [1] Krajowy program bezpieczeństwa ruchu drogowego 2005–2007–2013. Gambit 2005. Ministerstwo Infrastruktury, Warszawa 19.04.2005 r. (www.mi.gov.pl)
- [2] Projekt Strategii Rozwoju Transportu do 2020 roku (z perspektywą do 2030 roku). Projekt. Ministerstwo Infrastruktury, Warszawa 30.03.2011 r. (www.mi.gov.pl)
- [3] Projekt Strategii Rozwoju Kraju 2007–2015. Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, Warszawa, 29.11.2006 r. (www.mrr.gov.pl)
- [4] Założenia aktualizacji „Strategii Rozwoju Kraju 2007–2015. Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, Warszawa, 30.12.2008 r. (www.mrr.gov.pl)
- [5] Narodowy Program Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego 2013–2020 – projekt z 04.01.2013 r. (www.krbrd.gov.pl)
- [6] Roadside Infrastructure for Safer European Roads *RISER* (<http://ec.europa.eu>)
- [7] PN-EN 12676:2008 Bierne bezpieczeństwo konstrukcji wsporczych dla urządzeń drogowych. Wymagania i metody badań
- [8] Wytyczne stosowania drogowych barier ochronnych na drogach krajowych. Załącznik do Zarządzenia Nr 31 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 23.04.2010 r. (www.gddkia.gov.pl)
- [9] PN-EN 40-1:2002 Słupy oświetleniowe. Terminy i definicje
- [10] PN-EN 40-2:2005 (z aneksem Ap1:2006) Słupy oświetleniowe. Część 2: Wymagania ogólne i wymiary
- [11] PN-EN 40-3-1:2004 Słupy oświetleniowe. Część 3-1: Projektowanie i weryfikacja. Specyfikacja obciążeń charakterystycznych
- [12] PN-EN 40-3-2:2004 Słupy oświetleniowe. Część 3-2: Projektowanie i weryfikacja. Weryfikacja za pomocą badań
- [13] PN-EN 40-3-3:2004 Słupy oświetleniowe. Część 3-3: Projektowanie i weryfikacja. Weryfikacja za pomocą obliczeń
- [14] PN-EN 40-4:2008 Słupy oświetleniowe. Część 4: Wymagania dotyczące słupów oświetleniowych z betonu zbrojonego i sprężonego
- [15] PN-EN 40-5:2004 Słupy oświetleniowe. Część 5: Słupy oświetleniowe stalowe. Wymagania
- [16] PN-EN 40-6:2004 Słupy oświetleniowe. Część 6: Słupy oświetleniowe aluminiowe. Wymagania
- [17] PN-EN 40-7:2004 Słupy oświetleniowe. Część 7: Słupy oświetleniowe z kompozytów polimerowych wzmocnionych włóknem szklanym. Wymagania
- [18] PN-EN 1317-1:2010 Systemy ograniczające drogę. Część 1: Terminologia i ogólne kryteria metod badań
- [19] Wymagania bezpieczeństwa biernego dla słupów oświetleniowych lokalizowanych w pasach drogowych. Pismo IDM/NN/6096/1033/2011 z dnia 12.08.2011 r. Instytut Badawczy Dróg i Mostów w Warszawie (www.ibdim.pl)
- [20] Rezolucja ONZ 64/255 Poprawa bezpieczeństwa ruchu drogowego w skali globalnej (www.who.int) ■