

ANTONIUK Marcin¹
 GUMIŃSKA Lucyna²
 JELIŃSKI Łukasz³
 WACHNICKA Joanna⁴

Wpływ barier ochronnych na poziom bezpieczeństwa ruchu drogowego

WSTĘP

Szacuje się, iż co roku na drogach całego świata ginie ponad 1,2 miliona osób, a blisko 50 milionów ludzi zostaje rannych w wypadkach transportowych. Zgodnie z raportem WHO, do zdecydowanej większości zdarzeń (ponad 90%) dochodzi w krajach nisko i średnio rozwiniętych, w których zarejestrowanych jest jedynie 48% światowych pojazdów. Ponadto, ponad połowa ofiar śmiertelnych wypadków drogowych to piesi, rowerzyści oraz właściciele motocykli.

Zdarzenia transportowe stanowią trzecią przyczynę zgonów wśród osób z przedziału wiekowego 30 – 44 lata, drugą wśród dzieci (5 – 14 lat), a osoby mające 15 – 29 lat umierają najczęściej z powodu wypadków drogowych. Zgodnie z prognozami, do 2030 roku wypadki drogowe mają być piątą w kolejności przyczyną śmierci (3,6%), pokonując w tym rankingu raka płuc (3,5%) czy choroby serca (2,3%), dlatego tak istotnym jest tworzenie bezpiecznej infrastruktury, aby skutecznie eliminować najcięższe w skutkach zdarzenia.

W celu zabezpieczenia ruchu pojazdów i pieszych stosuje się urządzenia bezpieczeństwa ruchu drogowego. Poza pełnieniem swojej głównej funkcji, urządzenia BRD służą także do optycznego prowadzenia ruchu, wskazania pikietażu drogi, oznaczania obiektów znajdujących się w skrajni drogi, poinformowania i ostrzegania kierujących, zamykania dróg dla ruchu, zabezpieczania robót prowadzonych w pasie drogowym, oraz prowadzenia nadzoru nad ruchem drogowym. Ze względu na tak wiele różnych możliwości stosowania urządzeń, wprowadzono kilka klasyfikacji.

Ze względu na kategorie rozróżniamy urządzenia:

- sygnalizacyjne – przekazanie kierowcom i innym użytkownikom drogi wszelkich zakazów, nakazów, ostrzeżeń i informacji dotyczących ruchu drogowego,
- ochronne – zapobieganie wypadkom i ograniczenie jego skutków,
- przeciwdestrukcyjne – ograniczenie skutków wypadku lub w mniejszym stopniu ograniczenie możliwości jego powstania (np. progi zwalniające),
- zapobiegawcze – przeciwdziałanie naruszeniom pewności, płynności i porządku ruchu.

Ze względu na sposób ochrony w obszarach zagrożonych:

- powstrzymujące pojazd – w skład których zaliczyć należy bariery zabezpieczające wraz z odcinkami przejściowymi, końcowymi i początkowymi oraz poduszki zderzeniowe,
- powstrzymujące pieszych – w skład których zaliczyć należy balustrady i ogrodzenia dla pieszych.

Ze względu na oddziaływanie.

- bierne urządzenia bezpieczeństwa ruchu – wszystkie urządzenia, które nie wchodzi w bezpośredni kontakt z pojazdem podczas zdarzenia, wypadku lub kolizji. Służą do organizacji i sterowania ruchem drogowym oraz do informowania o ewentualnych zagrożeniach i miejscach niebezpiecznych (znaki drogowe, sygnalizatory świetlne, osłony przeciwolśnieniowe).
- czynne urządzenia bezpieczeństwa ruchu – urządzenia, które mają bezpośredni kontakt z pojazdem podczas wypadku lub kolizji, dlatego ich konstrukcja powinna być przystosowana do ewentualnej styczności z (najczęściej) samochodem (bariery drogowe, bariery mostowe, osłony energochłonne, tzw. konstrukcje bezpieczne).

¹ marantoniuk@gmail.com, Politechnika Gdańska

² lucyna.guminska@wilis.pg.gda.pl, Politechnika Gdańska

³ lukjelin@gmail.com, Politechnika Gdańska

⁴ joanna.wachnicka@wilis.pg.gda.pl, Politechnika Gdańska

1. DROGOWE BARIERY OCHRONNE

Jednym z ważniejszych czynnych urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego są bariery ochronne. Stosowane są w miejscach, gdzie skutki wypadku lub kolizji pojazdu byłyby większe niż uderzenie w barierę (np. najechanie czołowe na drzewo), a w wyniku zadań jakie mają spełniać, ich konstrukcja powinna być przygotowana do ewentualnego kontaktu z pojazdem. Podstawowym celem ich stosowania jest ochrona życia i w mniejszym stopniu mienia uczestników ruchu (oraz osób użytkujących tereny przy drodze). Prawidłowo zaprojektowana i należycie wykonana drogowa bariera ochronna powinna:

- uniemożliwić przejechanie pojazdu poza krawędź drogi lub przez pas dzielący,
- zapewnić takie warunki kolizji, przy których opóźnienia działające na załogę pojazdu nie przekroczą wartości bezpiecznych – granica opóźnień niebezpiecznych jest zależna od używania pasów bezpieczeństwa przez kierowcę i pasażerów pojazdu oraz od kierunku działania sił występujących podczas kolizji,
- wyprowadzić pojazd na tor ruchu równoległy lub bliski równoległemu do bariery,
- powodować podczas kolizji możliwie niewielkie zniszczenia pojazdu, w miarę możliwości ograniczające się tylko do elementów nadwozia,
- w sposób możliwie wyraźny i czytelny określać zewnętrzną krawędź jezdni lub drogi. [2]

Należy pamiętać, że systemy powstrzymujące pojazd zastosowane na drodze stanowią samoistną przeszkodę, której obecność może stanowić zagrożenie dla bezpieczeństwa uczestników ruchu drogowego. Dlatego po stwierdzeniu potrzeby jego zastosowania należy sprawdzić możliwość usunięcia lub wyeliminowania obszaru zagrożonego lub przeszkody, które chcemy zabezpieczyć systemem. Przeszkodą może być zarówno obiekt fizyczny przy drodze, jak i ukształtowanie geometryczne drogi i jej otoczenia, co również może stanowić, w przypadku zjechania tam pojazdu, zagrożenie dla bezpieczeństwa uczestników ruchu. Wyeliminowanie przeszkody lub obszaru zagrożonego zawsze będzie rozwiązaniem lepszym niż zastosowanie systemu powstrzymującego pojazd, ale niekiedy może okazać się to jednak niemożliwe ze względów technicznych lub ekonomicznych i wtedy instalacja systemu będzie uzasadniona. [5]

1.1. Przegląd technologiczny barier

Bariery ochronne stosowane są już od lat trzydziestych ubiegłego wieku. Nie powinien dziwić więc fakt, iż na przełomie tych wszystkich lat opracowano wiele systemów różniących się między sobą nie tylko cechami materiałowymi, ale także sposobem pracy czy wskaźnikami ochronnymi.

Niezbędnym dokumentem do stworzenia bezpiecznych systemów ograniczających drogę jest norma PN-EN 1317 [3]. Określa ona kryteria badań zderzeniowych i metody badań, którym powinny być poddane systemy ograniczające drogę. Norma opisuje klasy działania barier ochronnych przez określenie ich cech funkcjonalnych:

- poziom powstrzymania – zdolność bariery do powstrzymania uderzającego w nią pojazdu. Wskaźnik ten otrzymuje się z badań zderzeniowych;
- szerokość pracująca – jest to odległość liczona od bocznej krawędzi bariery od strony ruchu (przed zderzeniem) a maksymalnym bocznym położeniem bariery po uderzeniu;
- poziom intensywności zderzenia – parametr, który określa wpływ zderzenia na osoby znajdujące się w pojeździe (A, B lub C). Do jego określenia wykorzystywane są wskaźniki ASI, THIV, PHD;
- poziom oddziaływania znormalizowanego pojazdu; wtargnięcie pojazdu (VI) – maksymalna odległość dynamiczna (osiągnięta w czasie zderzenia) pojazdu od niedokształconej wewnętrznej strony systemu barier (jej lokalizacji przed zderzeniem). VI obliczane jest dla pojazdów ciężarowych oraz autobusów;
- dynamiczne ugięcie (D) – maksymalne boczne, dynamiczne przemieszczenie bocznej powierzchni czołowej systemu powstrzymującego od strony ruchu. [5]

W zależności od usytuowania bariery klasyfikowane są w 3 grupach. Bariery skrajne umieszczone są przy krawędzi jezdni lub obiektów i zapobiegają wyjechaniu pojazdu poza element chroniony. Bariery dzielące, jak nazwa wskazuje, umieszczone są na pasie dzielącym i przeciwdziałają przejeżdżaniu pojazdów na jezdnię przeznaczoną do ruchu w kierunku przeciwnym. Bariery osłonowe

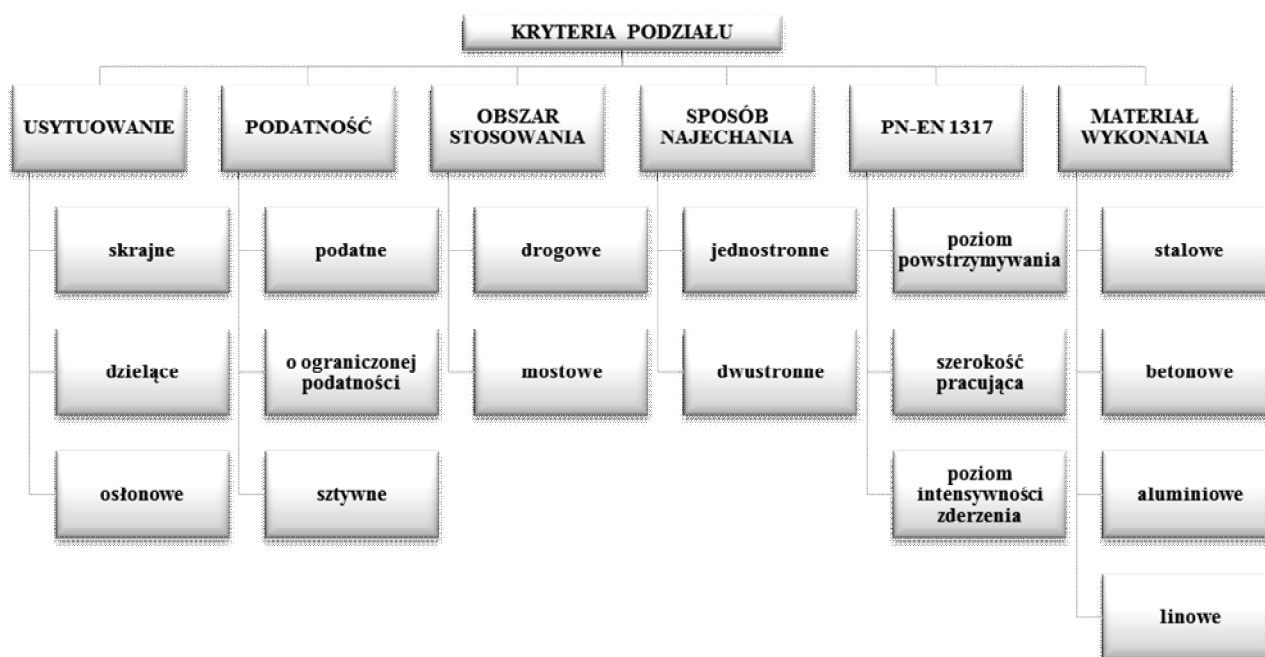


z kolei umieszczane są przy obiektach (lub przeszkodach bocznych) a ich zadaniem jest ochrona przed najechaniem pojazdu na te objekty.

Pod względem sposobu działania rozróżniamy: bariery podatne (odkształcenie w czasie kolizji może dochodzić do 1,8 – 2,0 m), wzmocnione (o ograniczonej podatności – odkształcenie w czasie kolizji może dochodzić do 0,85 m) oraz sztywne – odkształcenie w czasie kolizji jest równe bądź bliskie zeru.

Podziału można dokonać również ze względu na obszar stosowania: na drogowe i mostowe. Mostowe bariery ochronne stosuje się w miejscach, gdzie przejechanie pojazdu poza krawędź obiektu (np. wiaduktu) zagraża bezpieczeństwu podróżujących pojazdem (lub innych użytkowników drogi). Bariery mostowe stosowane są także w przypadkach, gdy na obiekcie zachodzi potrzeba oddzielenia ruchu pojazdów od pieszych.

Bariery mogą być wykonane jako jednostronne (dostosowane do najechania tylko z jednej strony i stosowane zwykle jako skrajne lub osłonowe) i dwustronne (analogicznie, dostosowane do najechania z dwóch stron i stosowane jako dzielące; w przypadkach szczególnych można również wykorzystywać je jako osłonowe).



Rys. 1. Kryteria podziału barier ochronnych

Badania całego systemu bariery przeprowadzane są na poligonach badawczych. Poprzez pojęcie system bariery należy rozumieć poprawnie zamontowane pojedyncze elementy (prowadnica, słupki, łączenia) wraz z ich przymocowaniem do podłoża. Podczas tzw. Crash Testu badane jest zachowanie konkretnych systemów barier a następnie obliczane są parametry potrzebne do określenia poziomu powstrzymania, poziomu intensywności i szerokości pracującej bariery. Jeszcze do niedawna, przy określaniu rodzaju barier ochronnych używane było stare nazewnictwo. Nowe uzależnione jest od powyższych parametrów, które odpowiednio klasyfikują wszystkie systemy barier ochronnych (bez względu na ich rodzaj, typ czy materiał – np. N2W2).

1.2. Zasady stosowania

Zasady stosowania drogowych barier ochronnych najdokładniej określają wytyczne GDDKiA. Niestety, wytyczne obowiązują jedynie na drogach krajowych oraz na odcinkach dróg nie będących drogami krajowymi, a których budowa lub przebudowa jest realizowana przez GDDKiA. Podstawowym celem wytycznych jest ustalenie obiektywnych kryteriów stosowania barier ochronnych w celu zapewnienia optymalnego poziomu ochrony bezpieczeństwa uczestników ruchu, a także osób i obiektów zagrożonych na drodze lub w otoczeniu drogi. Dodatkowym celem



wytucznych jest zapewnienie stosowania na odcinkach dróg krajowych o zbliżonych poziomach zagrożenia i parametrach ruchu drogowego, barier ochronnych o zbliżonych cechach funkcjonalnych.

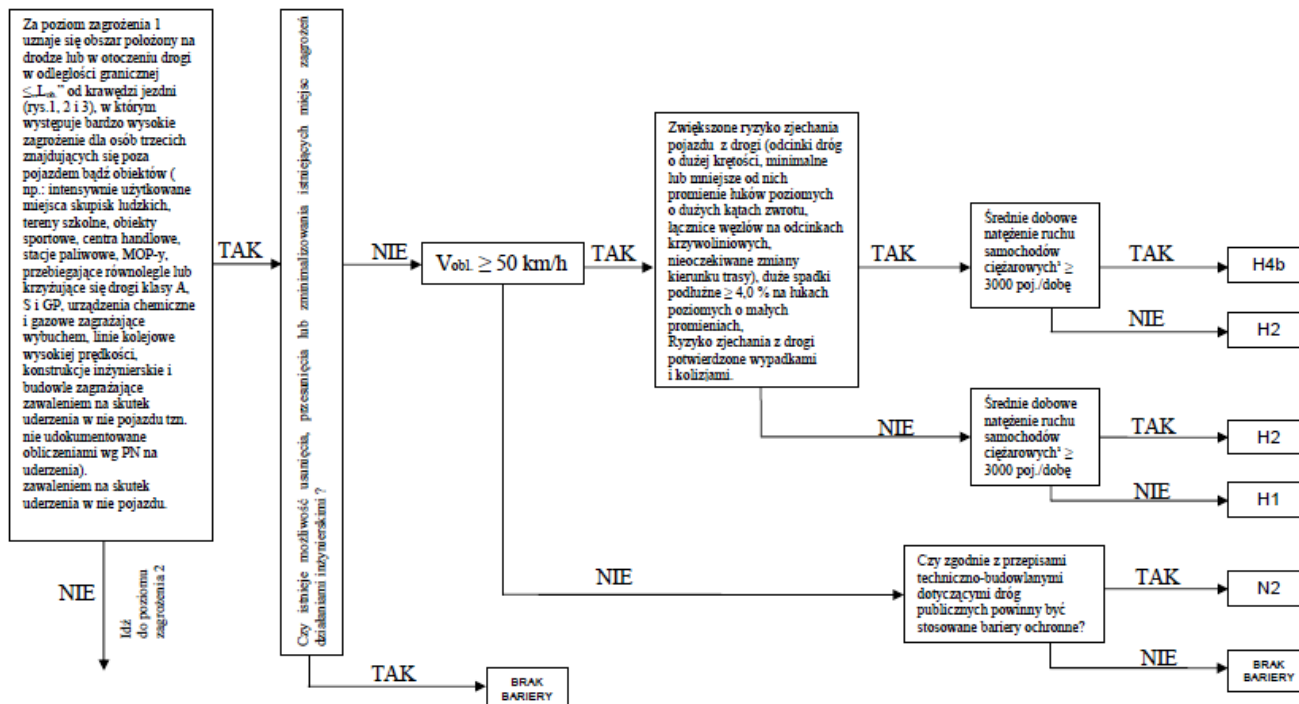
Dobór odpowiedniego typu bariery przeprowadza się za pomocą schematów. Prowadzą one projektanta za pomocą diagramów do ustalenia poziomu powstrzymywania w konkretnym przypadku. Podstawowe dane wejściowe do diagramu to:

1. poziom zagrożenia, zależny od odległości obliczeniowej chronionej strefy lub przeszkody od drogi; wyodrębniono 4 poziomy, odległości odczytywane są z nomogramów w zależności od prędkości i rodzaju drogi,
 - a) poziom zagrożenia 1 - występowanie obszaru położonego na drodze lub w otoczeniu drogi w odległości granicznej \leq „Lob” od krawędzi jezdni, w którym występuje bardzo wysokie zagrożenie dla osób trzecich znajdujących się poza pojazdem bądź obiektów (np.: intensywnie użytkowane miejsca skupisk ludzkich, tereny szkolne, obiekty sportowe, centra handlowe, stacje paliwowe, MOP-y, przebiegające równoległe lub krzyżujące się drogi klasy A, S i GP).
 - b) poziom zagrożenia 2 - występowanie obszaru zagrożonego położonego na drodze lub w otoczeniu drogi w odległości granicznej \leq „Lob” od krawędzi jezdni, w którym występuje zagrożenie osób trzecich znajdujących się poza pojazdem bądź obiektów (np.: przebiegające równoległe lub krzyżujące się drogi niższych klas niż GP o $SDR > 500$ poj./dobę, linie kolejowe, intensywnie użytkowane chodniki i ścieki rowerowe).
 - c) poziom zagrożenia 3 - występowanie przeszkody zlokalizowanej na drodze lub w otoczeniu drogi w odległości \leq „Lprz.” od krawędzi jezdni, z powodu której występuje bardzo wysokie zagrożenie osób znajdujących się w pojeździe (np.: niepodatne, powierzchniowe lub punktowe przeszkody pionowe takie jak: masywne konstrukcje, słupy, drzewa, pełnościenne (tarczowe) podpory wiaduktów, ekrany akustyczne).
 - d) poziom zagrożenia 4 - występowanie przeszkody zlokalizowanej na drodze lub w otoczeniu drogi w odległości \leq „Lprz.” od krawędzi jezdni, z powodu której występuje zagrożenie osób znajdujących się w pojeździe (np.: niepodatne i niemożliwe do omięcia lub ścięcia punktowe przeszkody, wznoszące się skarpy o pochyleniu większym niż 1:3, opadające skarpy o wysokości większej niż 3,0 m. i pochyleniu bardziej stromym niż 1:3, naturalne wody powierzchniowe o głębokości większej niż 1,2 m, podpory słupowe wiaduktów).
2. prędkość obliczeniowa – nowe pojęcie wprowadzone jedynie na potrzeby tych wytucznych, równa prędkości miarodajnej dla dróg kategorii A, S, GP i P zgodnie z przepisami techniczno-budowlanymi dotyczącymi dróg publicznych, dla dróg klasy Z mniejsza z dwóch wartości: prędkości dopuszczalnej +10 km/h lub prędkości projektowej +10 km/h, dla dróg w obszarze zabudowanym oraz łącznic i węzłów – prędkości dopuszczalnej +10 km/h,
3. średnie dobowe natężenie ruchu samochodów ciężarowych. [7]

Na rysunku 2 przedstawiono przykładowy diagram doboru barier ochronnych na zewnętrznych krawężniach dróg – dla poziomu zagrożenia 1. Jak widać, pierwszym pytaniem jakie napotyka projektant jest „Czy istnieje możliwość usunięcia, przesunięcia lub zminimalizowania istniejących miejsc zagrożeń działaniami inżynierskimi?” (poprzez działania inżynierskie należy rozumieć zmianę geometrii drogi, przebiegu trasy, lokalizacji podpór wiaduktu itd.). Kolejnym badanym kryterium jest prędkość, którą analizuje się w połączeniu z natężeniem ruchu pojazdów ciężarowych. Jeżeli prędkość obliczeniowa (rozważanej drogi) jest mniejsza niż prędkość z diagramu, projektant staje przed pytaniem o zasadność zastosowania bariery ochronnej w myśl istniejących przepisów techniczno-budowlanych dotyczących dróg publicznych. Jeśli natomiast prędkość jest wyższa, sprawdza się natężenie ruchu pojazdów ciężarowych oraz ryzyko zjechania pojazdu z drogi – i na tej podstawie dobiera się ostatecznie rodzaj bariery, a konkretnie jej poziom powstrzymywania.



Poziom zagrożenia 1



Rys. 2. Przykładowy schemat doboru barier według wytycznych GDDKiA [7]

Dla dróg wojewódzkich wytyczne opracował jedynie Zarząd Dróg Wojewódzkich w Katowicach, lecz do tej pory nie zostały one zaimplementowane w innych województwach.

Podkreślić także należy, iż opisywane tutaj wytyczne (GDDKiA) pochodzą z kwietnia 2010 roku. Doszukać się można w nich nieścisłości z normą PN-EN 1317 (np. brak poruszenia kwestii poziomu wtargnięcia pojazdu VI), ponieważ wydana została ona we wrześniu 2010. W styczniu 2014 wydany został projekt nowelizacji wytycznych GDDKiA, który poddany został konsultacjom podczas konferencji specjalistycznej BARIERY 2014 (Kraków, 27-28 lutego 2014 r.). W wyniku obrad znaleziono liczne nieścisłości w wytycznych i sformułowano wnioski o konieczności powołania zespołu złożonego z przedstawicieli producentów barier, projektantów i ekspertów, który dokona stosownych modyfikacji w projekcie, by móc zacząć go stosować. Stroną organizacyjną pracy zespołu zajmie się Polski Kongres Drogowy. [8]

2. URZĄDZENIA I ELEMENTY TOWARZYSZĄCE BARIEROM

Bardzo ważnym aspektem stosowania barier jest odpowiednie kształtowanie odcinków przejściowych – w każdym przypadku, gdy występują znaczne różnice wytrzymałości (w tym znacząca zmiana rozstawu słupków) barier drogowych (np. na dojazdach do obiektu i bariery na obiekcie mostowym), należy stosować odpowiednie odcinki przejściowe. Zapewniają one odpowiednie stopniowanie wytrzymałości np. z bariery podatnej na dojazdach, poprzez barierę o ograniczonej podatności, do bariery niepodatnej (sztywnej) na obiekcie. W wyniku tego stopniowania uzyskuje się możliwie płynnie zmniejszające się odkształcenie bariery podczas kolizji, a więc i możliwie płynny przesuw pojazdu jadącego wzdłuż bariery. Przykład odcinka przejściowego ukazano na fotografii 1.



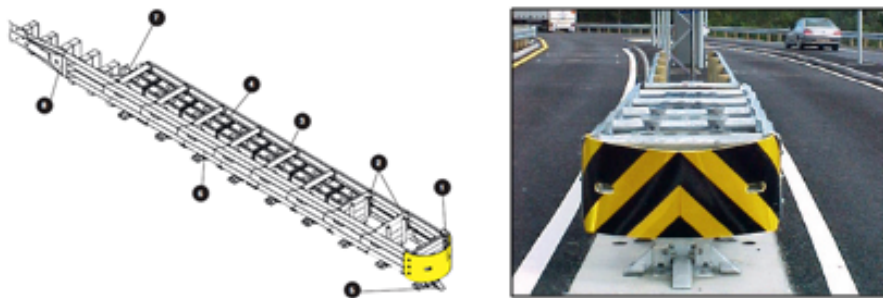
Fot. 1. Odcinki przejściowe barier ochronnych na Obwodnicy Południowej Warszawy [9]

Mimo iż często mówi się o sposobie zakończenia barier ochronnych, nadal jednym z głównych błędów projektowych są złe zwieńczenia. Bariera wg wytycznych GDDKiA powinna całkowicie schodzić do ziemi. Wciąż zaobserwować można na drogach bariery zakończone tuż nad powierzchnią ziemi lub z zupełnie niedopuszczalnym zakończeniem tzw. „baranim rogiem”. Nieodpowiedni sposób zakończenia systemu ochronnego może prowadzić do powstania wypadków bardzo poważnych w skutkach.



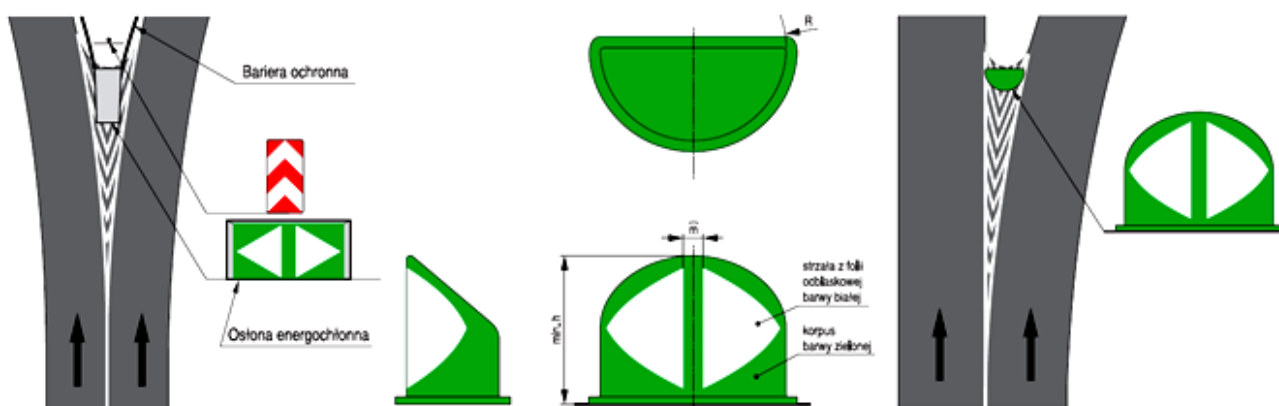
Fot. 2. Skutki najechania pojazdu na niewłaściwie ukształtowany odcinek początkowy [4]

Najlepszym rozwiązaniem pod względem bezpieczeństwa jest stosowanie poduszki zderzeniowej, lecz wiąże się ono z większymi kosztami (w porównaniu ze zwykłym zejściem bariery do ziemi). Osłony energochłonne (lub poduszki zderzeniowe) należą do czynnych urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego a stosowane są przede wszystkim w celu przeciwdziałania skutkom wypadku w sytuacji najechania pojazdu na niezabezpieczony obiekt lub przeszkodę blisko jezdni. Najczęściej zabezpieczają budynki, drzewa, połączenia barier przy zjazdach oraz na początku bariery ochronnej. Zadaniem poduszek jest przejęcie energii podczas uderzenia i zmniejszenie opóźnień działających na pasażerów i kierowcę do takich, które zapewnią im przeżycie (przy zapiętych co najmniej trójpunktowych pasach). Systemy składają się teleskopowo do tyłu, zgniatając materiał absorbera i efektywnie przejmując energię uderzenia zarówno samochodów lekkich (900 kg), jak i dużych (1500 kg). Dzięki ich zastosowaniu możliwe jest uniknięcie poważnych skutków wypadku: trwałych uszkodzeń a nawet śmierci. Projektowane są jako nienakierowujące lub nakierowujące. Poduszki nakierowujące są zaprojektowane tak, aby przy uderzeniu bocznym do 15 stopni pojazdy były bezpiecznie nakierowywane na właściwy kierunek jazdy, nie powodując przerwania osłony, podczas zderzenia czołowego. Podobnie jak bariery, poduszki poddane są rygorowi normy PN-EN 1317 (część 3).



Fot. 3. Poduszka energochłonna [1]

Poduszki (słony) energochłonne bardzo często bywają mylone z osłonami zabezpieczającymi. W myśl rozporządzenia w sprawie warunków technicznych dla urządzeń bezpieczeństwa [6] poduszki energochłonne oznaczane są jako U-15a, natomiast osłony zabezpieczające jako U-15b. Różnica wydaje się być niewielka, lecz to tylko złudzenie. Osłony zabezpieczające należy stosować jedynie jako oznakowanie (np. rozgałęzień drogi, punktów poboru opłat) gdyż nie posiadają praktycznie żadnych właściwości pochłaniania energii zderzenia – kluczowym jest więc rozróżnianie „energochłonności” od „zabezpieczenia” i nie utożsamianie tych pojęć ze sobą - miejsca stosowania osłon przedstawiono na rysunku 3.



Rys. 3. Obszar stosowania osłon energochłonnych (z lewej) i osłon zabezpieczających (z prawej) [6]

WNIOSKI

Należy pamiętać, że systemy powstrzymujące pojazd zastosowane na drodze stanowią samoistną przeszkodę, której obecność może stanowić zagrożenie dla bezpieczeństwa uczestników ruchu drogowego. Dlatego też po stwierdzeniu potrzeby jego zastosowania należy sprawdzić możliwość usunięcia lub wyeliminowania obszaru zagrożonego lub przeszkody, które chcemy zabezpieczyć systemem. Przeszkodą może być zarówno obiekt fizyczny przy drodze, jak i ukształtowanie geometryczne drogi i jej otoczenia, co również może stanowić, w przypadku zjechania tam pojazdu, zagrożenie dla bezpieczeństwa uczestników ruchu. Wyeliminowanie przeszkody lub obszaru zagrożonego zawsze będzie rozwiązaniem lepszym niż zastosowanie systemu powstrzymującego pojazd, ale niekiedy może okazać się to jednak niemożliwe ze względów technicznych lub ekonomicznych i wtedy instalacja systemu będzie uzasadniona [5].

Streszczenie

Wypadki drogowe wciąż stanowią znaczną przyczynę zgonów, dlatego bardzo ważnym jest odpowiednie kształtowanie otoczenia drogi – by mogło ono uzyskać miano „wybaczącego”. Artykuł stanowi wprowadzenie do tematyki drogowych barier ochronnych, i jest częścią pracy dyplomowej realizowanej na Politechnice Gdańskiej, w ramach której autorzy analizują zależności pomiędzy wypadkami a omawianymi urządzeniami BRD. W artykule przedstawiono ogólny podział urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego oraz szczegółowy podział barier. Opisano podstawowe cechy techniczne, jakie powinna posiadać każda bariera ochrona oraz przybliżono zasady ich stosowania w myśl wytycznych Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad.



Zestawiono także urządzenia ściśle związane z barierami, tzn. odcinki początkowe i przejściowe, osłony energochłonne i zabezpieczające. Mimo iż elementy te w znacznym stopniu zmniejszają ciężkość wypadków, pamiętać należy, że stanowią one również przeszkody a projektowanie dróg powinno prowadzić do ograniczania konieczności stosowania urządzeń BRD.

The influence of road safety barriers on traffic safety

Abstract

Road accidents are still the major cause of death, so it is very important to making proper roadside - that it can get the name of "forgiving". Article provides an introduction to the topic of road safety barriers, and is part of the thesis undertaken at the Gdansk University of Technology, in which the authors analyze the relationship between accidents and road restraint systems. The paper presents the overall distribution of traffic safety equipment and a detailed breakdown of barriers. Describes the basic technical characteristics which every barrier should have. Authors brought closer to the rules of its usage in accordance with the guidelines of the General Directorate for National Roads and Motorways. Also lists the device closely related to the barriers, ex. the initial and transitional segments, car cushions and security guard . Although these elements greatly reduce the severity of accidents, we must remember that they are also obstacles and road designing should lead to reduce the need for road safety devices.

BIBLIOGRAFIA

1. Katalog produktów Saferoad
2. Mikołajków L., *Drogowe bariery ochronne*. WKŁ, Warszawa 1983, ISBN 83-206-0336-6.
3. Norma PN-EN1317 Część 1: Terminologia i ogólne kryteria metod badań. Część 2: Klasy działania, kryteria przyjęcia badań zderzeniowych i metody badań barier ochronnych.
4. PIMOT, *Badania zdarzeniowe i ocena skutków najeżdżania pojazdu na różnie ukształtowane, początkowe odcinki barier ochronnych*, Kraków – Konferencja Bariery 2014.
5. Podhorecki A., Sobczak J., *Ochronne bariery drogowe i mostowe*. Autostrady 2012, nr 1.
6. Załącznik nr 4 do Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dn. 3 lipca 2003 w sprawie warunków technicznych dla znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warunków umieszczania ich na drogach, Warszawa 2010
7. Załącznik do zarządzenia nr 31 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dn. 23.04.2010 r. *Wytyczne stosowania drogowych barier ochronnych na drogach krajowych*, Warszawa 2010
8. www.konferencjespecjalistyczne.pl
9. www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=639909&page=747