Wizja „0” w krajowych i europejskich normatywach – zagrożenia w infrastrukturze (III)

Utworzono: piątek, 23, październik 2009 09:09 Paweł Mieszkowski

Jeśli już określimy niezbędną szerokość „strefy bezpieczeństwa” to pozostaje zastanowić się, jakie obiekty występujące wokół jezdni drogi są niebezpieczne i dlaczego, aby móc je usunąć lub skutecznie zabezpieczyć. Obiekty stwarzające niebezpieczeństwo można podzielić na punktowe i liniowe.

Elementy infrastruktury drogowej jako zagrożenie brd

Kształtując drogi i ich otoczenie należy zwrócić szczególną uwagę na:
a) obiekty punktowe:

- drzewa i pnie drzew;
- słupki i słupy (w tym oświetleniowe);
- skały i głazy;
- podpory obiektów inżynierskich;
- przepusty i ich wloty;
- odcinki początkowe i końcowe barier ochronnych;

b) obiekty liniowe:

Phoca PDF

- skarpy nasypów i wykopów;
- rowy;
- zbocza skalne;
- mury oporowe;
- ogrodzenia;
- bariery ochronne nie spełniające normy EN 1317;

Według badań programu „Riser” najczęstszymi kolizjami są kolizje z barierami ochronnymi, drzewami i rowami [3]. Największy procent ofiar śmiertelnych powodują kolizje z drzewami oraz obiektami typu znaki drogowe, przepusty, ogrodzenia. W Polsce najechanie na drzewo lub słup stanowi 11% wypadków i powoduje 19% wszystkich ofiar śmiertelnych! [5]

Zagrożenie	Średnica [m]	Prędkość, przy której uznaje się przeszkodę za zagrożenie [km/h]	Uwagi
Drzewa i pnie drzew	>0,2	40	W wielu krajach przyjmuje się Ø>0,1m
Słupki prowadzące	>0,2	40	
Słupy oświetleniowe	>0,2	40	
Słupki i konstrukcje pod	>0,1	40	
znaki drogowe			
Skały i głazy	>0,1	-	
Przyczółki i filary obiektów	-	50	
Przepusty	-	-	
Przejazdy i inne skrzyżowania wielopoziomowe	-	-	Dotyczy zagrożeń u podstawy nasypu
Zakończenia barier ochronnych	-	-	

Zagrożenie	Wysokość/głębokość [m]	Pochylenie	Prędkość, przy której uznaje się przeszkodę za zagrożenie [km/h]	Uwagi
Skarpy wykopów	>1,0	>1:1	40	
Skarpy nasypów	>1,0	>1:1	40	Dodatkowo wszystkie nasypy o wysokości >6,0m
Rowy	>0,75	>1:3	40	
Ściany skalne			50	Skały wystające na wysokości <1,5m od poziomu jezdni
Mury oporowe			-	
Budynki/ściany			-	
Ogrodzenia			-	
Stare bariery ochronne			-	Bariery nie spełniające normu PN-EN1317
Szpalery drzew			40	
Inne drogi, kolej, rzeki			-	

W niektórych krajach za niebezpieczne uznaje się pasy dzielące o szerokości mniejszej niż 10 m przy prędkości jazdy V>70 km/h (Wielka Brytania, Finlandia) oraz łuki o promieniach mniejszych od 850-1500 m [3]. Ciekawostką jest to, że we Francji krawężniki o wysokości większej niż 0,2 m są uznane za elementy niebezpieczne.

	FIN	F	D	GB	NL	E	S
Zagrożenia liniowe							
Rowy	0,5m; >1:3	0,5m; >1:4	tak	tak	>1:3	tak	tak
Skarpy wykopu i nasypu	2m; >1:3	4m; >1:3	tak	6m; >1:1	tak	>8:1	tak
Wały ziemne	-	-	-	1:1 i >0,75m	-	-	-
Ściany skalne	7:1	tak	tak	>1:2 i <1,5m	nie	tak	tak
Mury oporowe	-	tak	-	tak	-	-	-
Szpalery drzew	tak	tak	-	tak	-	tak	tak
Zagrożenia punktowe							
Drzewa	>10cm	>10cm	>7cm	>50cm	>8cm	>15cm	>10cm
Pnie drzew	-	>20cm	-	-	-	-	-
Budynki	tak	tak	tak	-	tak	-	-
Przyczółki i filary obiektów	tak	tak	tak	tak	tak	-	tak
Tunele	-	tak	tak	-	tak	tak	-
Bariery, balustrady	tak	h<1,1m	tak	tak	tak	-	tak
Krawężniki	-	>20cm	>7cm	-	-	>10cm	-
Ogrodzenia	-	tak	nie	-	tak	tak	-
Punkty referencyjne	-	tak	tak	-	tak	tak	-
Przepusty	tak	tak	tak	tak	tak	tak	-
Ścianki czołowe przepustów	tak	skos 1:2	-	tak	-	skos 1:6	-
Przejazdy pod drogą	-	-	-	tak	-	-	-
Słupki prowadzące	tak	tak	tak	-	-	tak	tak
Konstrukcje wsporcze znaków	tak	tak	tak	tak	-	tak	-
Słupy stalowe	tak	tak	-	-	-	-	-
Słupy oświetleniowe	tak	tak	tak	tak	-	-	-
Duże słupy oświetleniowe	-	tak	-	<10m od drogi	-	-	-
Sztywne słupki	tak	tak	-	tak	tak	-	-
Słupki znaków drogowych	Ø>11,4cm	tak	tak	Ø>15cm	-	-	-
Słupy sieci energetycznych	tak	tak	-	-	-	-	-
Skały i głazy	tak	-	tak	-	-	tak	tak
Stacje transformatorowe	-	tak	nie	tak	tak	-	tak
Szafy telekomunikacyjne i energetyczne	-	-	-	tak	-	-	-
Inne przeszkody powyżej poziomu jezdni	-	h>20cm			h>7cm		
Bariery ochronne							
Bariery niespełniające PN-EN1317	tak	tak	-	-	tak	tak	-
Zakończenia barier	tak	tak	-	-	-	tak	-
Dodatkowe zagrożenia							
Kanały i cieki wodne	tak	-	tak	tak	1m	tak	tak
Rzeki	tak	-	-	tak	-	-	-
Zbiorniki wodne	-	-	-	tak	-		
Linie kolejowe	tak	-	tak	tak	-	tak	tak
Inne drogi	tak	-	tak	<10m od drogi	-	tak	tak
Przejścia podziemne	-	-	-	tak	-		-
Niechronieni uczestnicy ruchu	tak	tak	-	-	-	tak	-
Pasy dzielące	tak	-	-	tak	-	-	-
Łuki	-	-	-	R<850m i nasyp >3m	-	R<1500 m	-

Drzewa i pnie drzew

O zagrożeniu decyduje w głównej mierze usytuowanie i średnica pnia drzewa. Krytyczna wielkość średnicy pnia jest różna w poszczególnych krajach. W

Phoca PDF

Niemczech musi być większa niż 0,07 m, w Holandii większa niż 0,08 m, Francji, Szwecji, Finlandii większa niż 0,1 m a w Wielkiej Brytanii musi przekroczyć 0,5 m, aby uznać drzewo za obiekt stwarzający niebezpieczeństwo [9]. Dodatkowo należy pamiętać, że pnie drzew wystające ponad 0,2 m nad teren również mogą być przyczyną poważnych skutków wypadku. Stąd we Francji i Finlandii usuwa się tego typu przeszkody z obrębu „strefy bezpieczeństwa”. Według wyników programu „Acronym” za nie stwarzające niebezpieczeństwa powinno się uważać drzewa o średnicy do 0,1-0,3m [3]

Słupki i słupy

Paradoksalnie są to najczęściej elementy, które sam projektant umieszcza w obrębie drogi. Elementy wyposażenia drogi mogą jednak stwarzać niebezpieczeństwo pod warunkiem, że nie są wykonane w technologii absorbującej energię zderzenia. Do głównych zagrożeń można tutaj zaliczyć: słupy infrastruktury technicznej, sztywne konstrukcje wsporcze znaków drogowych, reklamy, słupy oświetleniowe, skrzynki elektryczne, szafy telekomunikacyjne, fundamenty itd.

Co ciekawe, polskie warunki techniczne słupy oświetleniowe nie traktują jako przeszkodę zagrażającą bezpieczeństwu ruchu na drogach klasy G i niższych, niezależnie czy są to konstrukcje podatne czy klasycznie sztywne. Pomimo tego jednak jako nowe słupy oświetleniowe powinno się stosować tylko i wyłącznie słupy spełniające normę EN 12767. Istniejące słupy należy systematycznie wymieniać lub w ostateczności zabezpieczać barierą w stopniu adekwatnym do położenia w strefie bezpieczeństwa.

Istniejące betonowe słupki ewidencyjne lub prowadzące powinny zostać usunięte ze strefy bezpieczeństwa lub zamienione na bezpieczniejsze. Tymczasem niedawno na drogach jednego z zarządów dróg wojewódzkich ustawiono betonowe słupki systemu referencyjnego bez jakichkolwiek zabezpieczeń w odległości często nie spełniającej nawet skrajni drogowej.
Słupki i słupy podtrzymujące znaki i tablice drogowe powinny być umieszczane w miarę możliwości poza strefą bezpieczeństwa. Jeśli nie ma takiej możliwości ich konstrukcja powinna spełniać zasady pasywnego bezpieczeństwa.

Skały i głazy

W Polsce tego typu niebezpieczeństwa występują stosunkowo rzadko. Oczywistym jednak jest, że ich obecność w obrębie „strefy bezpieczeństwa” jest niedopuszczalna. W szczególnie uzasadnionych przypadkach można ograniczyć się jedynie do zabezpieczenia obiektu barierą ochronną. Za niebezpieczne uznaje się obiekty wystające na wysokość wiekszą niż 0,2 m ponad poziom terenu.

Podpory obiektów inżynierskich

Jako elementy kształtowane przez projektanta na etapie opracowywania lokalizacji podpór i przyczółków należy mieć na względzie przyjęty zakres „strefy

Phoca PDF

bezpieczeństwa”. Nie powinna mieć miejsca sytuacja, w której tego typu przeszkody są lokalizowane na nowych drogach lub w nowych obiektach w takim miejscu, aby wymagany był montaż barier ochronnych. Szczególnie niebezpieczną sytuacją jest lokalizowanie podpór w pasach dzielących lub po zewnętrznej stronie łuku.

Przepusty

Często zaniedbywanym elementem przekroju drogi są przepusty. Tymczasem są to najliczniejsze obiekty inżynierskie, przez co ryzyko kolizji jest największe. Podstawą bezpiecznego kształtowania przepustu jest sposób wykonania wlotów i wylotów tak, aby pojazd, który wypadł z drogi, nie uderzył w elementy przepustu. Pierwszą podstawowym działaniem powinno być ograniczenie dostępności bezpośredniej z przyległego terenu, dzięki czemu zostanie ograniczona liczba przepustów. Zaleca się, aby przepust (równoległy do drogi) był zlokalizowany na tyle daleko od korpusu drogi, aby pojazdy opuszczające drogę nie były narażone na kolizje z nim. W zależności od prędkości ruchu pojazdów odległość tą szacuje się na 4-10 m od podstawy korpusu drogi [3]. W przypadku konieczności zastosowania przepustu w bliższej odległości lub bezpośrednio pod korpusem drogi powinno się stosować tylko i wyłącznie przepusty o ukształtowaniu wlotu dostosowanym do pochylenia skarp.

Bariery ochronne

Lokalizacja, długość oraz kształtowanie odcinków początkowych i końcowych barier, z racji ich występowania zawsze w miejscach szczególnie narażonych na kolizję, powinny podlegać szczególnej analizie.

Bariery ochronne mogą również stanowić swego rodzaju zagrożenie, jeśli na drodze zastosowano:

- bariery drewniane na drogach o prędkości dopuszczalnej większej niż 90 km/h,
- bariery na sztywnych słupkach stalowych lub słupkach betonowych;
- bariery o niedostatecznie mocnym połączeniu poszczególnych elementów taśmy (z czasem połączenia ulegają osłabieniu);
- brak zabezpieczeń dla motocyklistów na łukach;
- bariery są przerywane odcinkowo (np. na zjazdach);
- posiadają niewłaściwe ukształtowany fragment początkowy

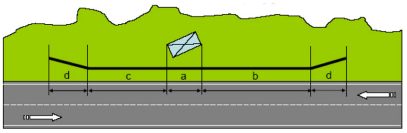
Jeśli zachodzi konieczność zastosowania barier ochronnych to trzeba zwrócić uwagę na kilka czynników gwarantujących osiągnięcie zamierzonego celu. Często niedocenianym elementem są fragmenty początkowe barier. Tymczasem według badań amerykańskich stosunek korzyści do kosztów zastosowania podatnych elementów na fragmentach początkowych barier wynosi 760%.

Ważnym jest również, aby dobrać odpowiednią długość bariery ochronnej. Zbyt długa może być stwarzać dodatkowe zagrożenie, zbyt krótka nie zabezpiecza w pełni przed ryzykiem kolizji z osłanianym obiektem. Powinno się dobierać barierę

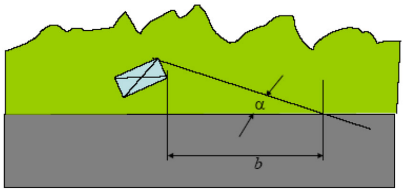
Phoca PDF

mając na uwadze:

- „a” – długość przeszkody;
- „b” – długość odcinka poprzedzającego zależna od prędkości i kąta pojazdu opuszczającego drogę;
- „c” – długość odcinka następującego po przeszkodzie chroniącego przed uderzeniem w nią pojazdy z przeciwnego pasa ruchu;
- „d” – odcinki początkowe i końcowe;



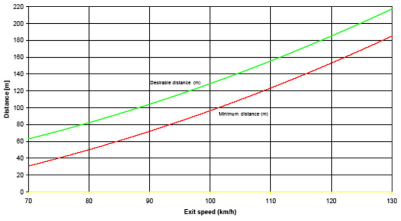
Długość oznaczona na rys. 1 jako „b” zależy głównie od wielkości kąta pod którym pojazd opuszcza drogę. Można przyjąć, że pojazdy opuszczają drogę najczęściej pod kątem ?=50.



Pewnym problemem są także sytuacje, w których pojazd wypada z drogi przed układem bariery i poruszając się za nią uderza w przeszkodę. Stąd odcinek poprzedzający przeszkodę powinien również zabezpieczać przed takimi zdarzeniami. Na przykład w przypadku zabezpieczenia przejść lub przejazdów pod drogą dwujezdniową należy pamiętać, aby zastosowana bariera zabezpieczała także pojazdy które wypadły z drogi w obszar pasa dzielącego na odcinku poprzedzającym barierę.

Pierwszym ze sposobów jest odpowiednie wydłużenie odcinka bariery. Drugim sposobem jest odgięcie względem krawędzi drogi odcinka początkowego. Jednak w tym przypadku należy dobierać typ bariery ze szczególnym uwzględnieniem innego kąta uderzenia pojazdu niż ma to miejsce w klasycznym jej usytuowaniu. Dla określenia niezbędnej długości odcinka bariery poprzedzającego przeszkodę można posłużyć się poniższym wykresem.

Phoca PDF



Linia oznaczająca wielkość minimalną (kolor czerwony) została określona przy założeniu, że dopuszcza się do kolizji z ochranianym obiektem przy prędkości V?50km/h. Linią zieloną oznaczono długość, przy której nie dochodzi do kolizji z ochranianym obiektem.

Często ignorowanym problemem jest także oznakowanie tymczasowe w strefach prowadzenia robót drogowych. Podstawowym błędem, który jest popełniany jest wykorzystywanie barier betonowych, np. do rozdzielenia przeciwnych kierunków ruchu, przy braku zapewnienia ciągłości bariery. W takim przypadku bariera betonowa nie spełni swojej roli a co więcej staje się poważnym zagrożeniem dla bezpieczeństwa ruchu.

Dodatkowo w polskich przepisach brakuje niestety jasnej ścieżki określającej sposób doboru odpowiedniego typu bariery do rodzaju drogi, przeszkody, prędkości pojazdów i zagrożenia adekwatnie do przyjętych w normach europejskich stopniach powstrzymywania. Dobrym przykładem może być stworzony w 2003 roku niemiecki system oceny:

W polskich przepisach brak jest również odniesienia do konieczności stosowania dodatkowych elementów zabezpieczających motocyklistów pomimo, że ich kolizje z barierami drogowymi zawsze kończą się poważnymi obrażeniami. Np. w Słowenii przyjęto zasadę, że dodatkowe zabezpieczenia stosuje się na drogach, na których w sezonie letnim ilość motocykli jest większa lub równa 2% wielkości ŚDR oraz przez ostatnie pięć lat wydarzyło się co najmniej pięć wypadków z udziałem motocyklistów [4].

Skarpy nasypów i wykopów, rowy

Szacuje się, że około w połowie wypadków przyczyną śmierci lub obrażeń osób poruszających się w pojeździe jest przyjęta geometria elementów drogi takich jak np. skarpy i rowy. Ponadto powyższe elementy są najczęściej główną przyczyną wywrócenia się pojazdu, który opuścił drogę. Świadomi przyczyn możemy w dość prosty sposób ograniczyć skutki zdarzeń drogowych już na etapie projektowania przekroju poprzecznego drogi. Zamiast stosować typową w Polsce skarpę 1:1,5 zaprojektować łagodniejsze pochylenie np. 1:3. W przypadku braku możliwości zwiększenia zajętości terenu należy niebezpieczne miejsca zabezpieczyć barierami ochronnymi.

W Europie wytyczne co do uznania skarpy za niebezpieczną są niejednolite. Skarpy wykopu uznaje się za niebezpieczne jeśli ich pochylenie jest większe niż 2:3

Phoca PDF

(Francja) lub 1:3 (Holandia, Niemcy), wysokość jest większa niż 0,50 m (Francja) lub u podstawy zlokalizowany jest rów lub inne niebezpieczeństwo. Skarpy nasypu mogą stwarzać zagrożenie jeśli ich wysokość jest większa niż 2,0 m (Finlandia), 4,0 m (Francja) lub 6,0 m (Wielka Brytania), skarpa posiada pochylenie większe niż 1:1 (Francja, Wielka Brytania) lub 1:3 (Holandia, Niemcy), u podnóża skarpy jest głęboki rów lub skarpa jest bliżej niż 4,5 m od krawędzi pasa ruchu na drogach o prędkości dopuszczalnej większej niż 80 km/h.

Skarpy drogi można podzielić na skarpy, na których możliwe jest wyhamowanie pojazdu i powrót na właściwy tor jazdy (>1:4), skarpy, na których pojazd utrzymuje się na kołach (1:3-1:4) i na skarpy, na których dojdzie najprawdopodobniej do wywrócenia pojazdu (<1:3). Dość istotne jest wykończenie skarp, ponieważ źle dobrany grunt lub błędnie wykonane humusowanie może być przyczyną utknięcia koła pojazdu i w konsekwencji dachowania pojazdu.

Według wytycznych programu „Acronym” skarpy dróg należy kształtować według następujących zasad:
1. Dla głównych dróg o niezbyt dużym natężeniu ruchu i Vp≤70 km/h:

- nasyp o wysokości <3,0 m – 1:3 lub łagodniejsza;
- nasyp o wysokości ≥3,0 m – skarpy o pochyleniu większym niż 1:3 powinny być zabezpieczone barierą

2. Dla głównych dróg o dużym znaczeniu:

- nasyp o wysokości <3,0 m – 1:4 lub łagodniejsza (rowy opływowe o głębokości < 1,0 m);
- nasyp o wysokości ≥3,0 m - skarpy o pochyleniu większym niż 1:3 powinny być zabezpieczone barierą.

Rowy uznawane są za niebezpieczne przy głębokości większej niż 0,50 m (Francja, Finlandia). W Wielkiej Brytanii za niebezpieczne uznaje się rowy o głębokości większej niż 1,0 m i pochyleniu skarp wynoszącym 1:1. We Francji, Szwecji i Holandii rowy powinny mieć skarpy łagodniejsze od pochylenia 1:4 lub 1:3, aby uznać że spełniają warunki bezpieczeństwa. We Francji zwraca się również uwagę na istniejące umocnienia i progi w dnie rowu.

Rowy powinno się więc generalnie kształtować przy głównych drogach jako opływowe o szerokości dna min. 1,0 m i pochyleniu przeciwskarpy co najmniej 1:2. Dla dróg o mniejszym znaczeniu, gdzie Vp?70 km/h również powinno się stosować rowy opływowe. Należy równocześnie pamiętać, że doświadczenia skandynawskie wskazują, że pojazd jest w stanie przejechać przez rów o głębokości nie większej niż 1,0 m.

W Polsce można powiedzieć że §130 warunków technicznych określa polską strefę bezpieczeństwa. Za elementy niebezpieczne uznano skarpy o pochyleniu większym niż 1:3 dopiero przy wysokości 2,0 (drogi klasy A, S) lub 3,5 m, ściany oporowe o

Phoca PDF

wysokości ponad 1,5 m podtrzymujące nasyp (!), obiekty które znajdują się w odległości od krawędzi pasa awaryjnego lub pobocza utwardzonego mniejszej niż 1,25 lub od krawędzi pasa ruchu mniejszej niż 3,5m (drogi klasy A,S) lub 2,0 m oraz w odległości 15,0 lub 10,0 znajduje się tor kolejowy, tramwajowy, zalew, urwisko itd. Co jest najbardziej kontrowersyjne dla dróg klasy G i niższych słupy oświetleniowe są wyłączone z obiektów niebezpiecznych! Równocześnie nie ma wymagań dotyczących konieczności spełnienia przez takie obiekty normy EN 12767. Tak więc strefa bezpieczeństwa w polskich przepisach jest po pierwsze niedookreślona a przede wszystkim obowiązujące przepisy mogą dać złudną pewność bezpieczeństwa jakie gwarantują.

Paweł Mieszkowski
Pracownia Inżynierska KLOTOIDA Mirosław Bajor, Andrzej Zygmunt Sp.j.

Zagadnienia te były przedstawiane podczas II Ogólnopolskiej Konferencji Naukowo Technicznej „Projektowanie i zarządzanie drogami - zasady, dobre praktyki, efektywność”, SITK O/Kraków, 23-25 września 2009 r., Zakopane.

Numeracja tablic i fotografii jest kontynuacją części poprzednich.

Wykaz literatury do materiału „Rozwiązania w strefach i na ciągach ruchu uspokojonego” zawiera część czwarta, publikowana z datą 26.10.2009 r.

Phoca PDF