

Kazimierz Drozd*, Leszek Gardyński*, Krzysztof Olejnik**

ZDARZENIA NIEPOŻĄDANE W TRANSPORCIE SAMOCHODOWYM W ASPEKCIE OGRANICZEŃ SKRAJNI PIONOWEJ

Streszczenie. W artykule omówiono problematykę uszkodzeń eksploatacyjnych wysokich pojazdów w transporcie samochodowym. Wynikają one z niedostatków infrastruktury, która w zbyt małym stopniu wspomaga kierujących wysokimi pojazdami. Występujące w niektórych miejscach ograniczenia skrajni drogi (szczególnie od góry) nie są wcześniej poprzedzone odpowiednimi sprawdzianami. Prawidłowo zbudowane i odpowiednio wcześnie ustawione, powinny ostrzegać kierujących o możliwości uszkodzenia pojazdu lub budowli nad drogą. W pracy omówiono potrzebę poprawienia i zmiany przepisów. Obecnie obowiązujące wprowadzają zamęt interpretacyjny przy informowaniu o ograniczonej skrajni. Możliwość zmiany wysokości przeszkody w czasie, dodatkowo sprzyja powstawaniu kolizji i tym samym strat materialnych. W pracy poddano analizie przypadek kolizji samochodu ciężarowego z automatyczną bramą zwijaną. Przeprowadzono weryfikację niewykluczających się hipotez na ile przyczyną kolizji mogła być potencjalna awaria automatyki bramy, na ile zaś specyficzny kształt pojazdu oraz ewentualne nieprawidłowe zachowanie kierowcy. Rozwiązania zaproponowane w pracy przyczynią się do zmniejszenia zagrożeń kolizjami wysokich pojazdów z obiektami na drogach.

Słowa kluczowe: uszkodzenia, transport, pojazdy, bezpieczeństwo

Wprowadzenie

Przepisy prawne i wymagania w nich zawarte, które mają zastosowanie w procesie tworzenia konstrukcji technicznej i jej eksploatacji, powinny być weryfikowane w zakresie eliminacji błędnego ich rozumienia i omyłkowej interpretacji. W odniesieniu do środków transportu i infrastruktury drogowej, kształtowanie ryzyka uszkodzenia technicznego w eksploatacji powinno odbywać się na etapie koncepcji i projektowania wytworu. Już wtedy należy prowadzić identyfikację zagrożeń zdarzeniami niepożądanymi, które mogą spowodować uszkodzenia fizyczne podczas eksploatacji tej infrastruktury (rys. 1).

Możliwość uzyskania informacji w formie jasnej, zrozumiałej, pozwalającej reagować w czasie rzeczywistym i wpływać na przebieg zjawiska, jest kluczowym elementem zmniejszającym ryzyko kolizji. W wielu przypadkach nad drogami dla samochodów umieszczane są budowle ograniczające skrajnie drogi od góry.

Minimalny wymiar wysokości skrajni pionowej, w naszym kraju, wynosi 4,5 m. Jest on większy niż maksymalna dopuszczalna wysokość pojazdu normatywnego określona na 4 m [9].

* Katedra Inżynierii Materiałowej, Wydział Mechaniczny, Politechnika Lubelska, k.drozd@pollub.pl, l.gardyński@pollub.pl

** Instytut Transportu Samochodowego w Warszawie, krzysztof.olejnik@its.waw.pl

Warto zauważyć, że taki limit wysokości pojazdu występuje powszechnie w krajach Europy kontynentalnej [2]. W Wielkiej Brytanii natomiast w ogóle nie ma takiego ograniczenia [6].



Rys. 1. Przykłady uszkodzeń w wyniku ruchu pojazdu o wysokości większej niż skrajnia. Wysokość i położenie przeszkody może zmieniać się w czasie a); kolizja z przeszkodą usytuowaną ukośnie do kierunku ruchu pojazdów stwarza dodatkowe zagrożenie dla innych uczestników ruchu b); przeszkoda ażurowa w postaci kratownicy c)

Często budowle umieszczane są na wysokości mniejszej niż 4,5 m (rys. 2). W takim przypadku konieczne jest odpowiednie oznakowanie informujące o zmniejszonej, nienormalnej skrajni [9]. Dotychczasowe wymagania przepisów w tym zakresie są dalekie od doskonałości. Zasady umieszczania oznakowania na obniżonych skrajniach oraz oznakowania poprzedzającego takie miejsce powinny ulec zmianie. Kierujący powinni być informowani znacznie wcześniej i skuteczniej przez co najmniej ponowne oznakowania (tzn. dwukrotnie) o ograniczeniu skrajni. W tym miejscu powinny być umieszczone sprawdziany, które nie niszczą pojazdu, informowałyby i ostrzegały kierującego o ograniczeniu wysokości i braku możliwości bezpiecznego poruszania się zbyt wysokiego pojazdu.



Rys. 2. Kolizja pojazdu z zabudową znacznie wyższą niż wysokość kabiny kierowcy. Oznakowanie skrajni występuje wyłącznie w miejscu jej zabudowy a); kolizja stwarzająca dodatkowe zagrożenie dla pojazdu jadącego z tyłu b); oznakowanie skrajni niewystarczające i nieczytelne c)

Kolizje powstające w wyniku niedostosowywania się kierujących wysokimi pojazdami do ograniczonej skrajni, świadczą między innymi o niedostatecznym wyszkoleniu uczestników poruszających się pod wiaduktami oraz niewystarczającym systemie ostrzegania (rys. 3). Jest to tym bardziej istotne gdy wysokość pojazdu zależy od przewożonego ładunku (rys. 3b) lub pojazd porusza się pod budowlą – przeszkodą której wysokość nie może się zmieniać (rys. 1a). Typowym przykładem obecnie spotykanych skrajni są unoszone w górę bramy wjazdowe drzwi do hal produkcyjnych, magazynowych oraz drogi transportu wewnątrz-kładowego. Ich niepełne otwarcie może nadmiernie ograniczyć skrajnię pionową. Przypadki

wykonywania manewru przejazdu pod zbyt niskim wiaduktem lub inną, nie w pełni otwartą, przeszkodą potwierdzają istnienie problemu złego wyszkolenia a także niedoskonałych systemów ostrzegania i zabezpieczenia. Kolizja tego typu może być przyczyną uszkodzeń pojazdów niższych od wysokości skrajni (rys. 1b, 2b, 3b) [5].



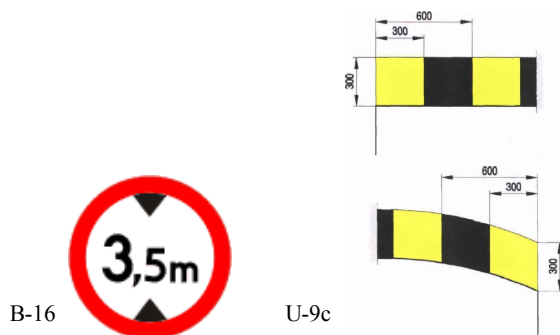
Rys. 3. Przykłady uszkodzeń obiektów i pojazdów w wyniku wjechania pojazdu wyższego niż wysokość skrajni. Belka wiaduktu z odsłoniętym zbrojeniem a); wysokość pojazdu zależy od przewożonego ładunku b); poziom oczu kierowcy znajduje się poniżej połowy wysokości pojazdu c)

Urządzenia i budowle usytuowane nad drogą dla pojazdów zwiększają niebezpieczeństwo kolizji szczególnie, jeżeli dodatkowo mają możliwość zmiany wysokości w czasie. Z tego powodu zdarzają się kolizje i wypadki. Sama kolizja jest przyczyną wymiernych strat materialnych i problemów organizacyjnych. Wydaje się konieczne prowadzenie kampanii uświadamiającej w środkach masowego przekazu oraz wprowadzenie ulepszeń w wyposażeniu dróg i przeprowadzenie zmiany przepisów obowiązujących w tym zakresie. Wnioski takie wypływają z dotychczasowych publikacji, np. [7, 8, 14]. Niezbędne jest także wprowadzenie takiego systemu informacji i zabezpieczeń które uniemożliwią kierującemu pojazdem wjechanie w obszar bramy nie w pełni otwartej [12]. W dalszej kolejności przedstawiono analizę przyczyn wystąpienia kolizji i możliwe powiązania przyczynowo-skutkowe dla zespołu skrajni obsługującego skrzyżowanie dróg komunikacji wewnątrzzakładowej.

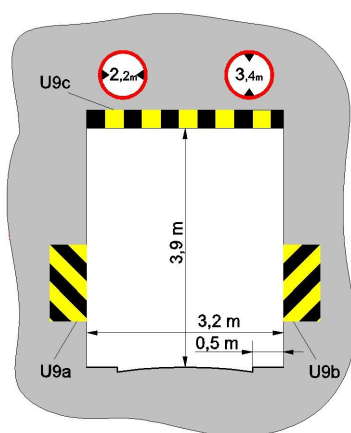
1. Stan obecny zagadnienia ograniczenia skrajni pionowej na drogach publicznych

Znak zakazu z określeniem wartości maksymalnej wysokości pojazdu (rys. 4) zabrania im wjazdu gdy pojazd nie spełnia tych wymagań. W przepisach dotyczących zasad stosowania znaków zapisano: znak B-16 „zakaz wjazdu pojazdów o wysokości ponad ... m” (rys. 4) należy umieszczać przed takimi obiektami, jak np. tunele lub wiadukty, oraz przed miejscami, gdzie przebiega linia elektryczna sieci napowietrznej, jeżeli wysokość obiektu nad jezdnią jest mniejsza od 4,5 m. Na znaku podaje się liczbą o 0,5 m mniejszą od wysokości obiektu nad jezdnią. Z tego wynika, że największą wartością liczbową podaną na znaku może być 3,9 m. Wysokość obiektu mierzy się w obrębie drogi, w miejscu, w którym odległość sklepienia obiektu od jezdni jest najmniejsza [10, 11].

Znak B-16 należy powtórzyć, umieszczając go nad jezdnią, np. na obiekcie. Przykład oznakowania drogi z ograniczoną skrajnią zilustrowano na rys. 5. Na znaku umieszczonym przed obiektem podaje się największą z wartości określonych na znakach umieszczonych na obiekcie.

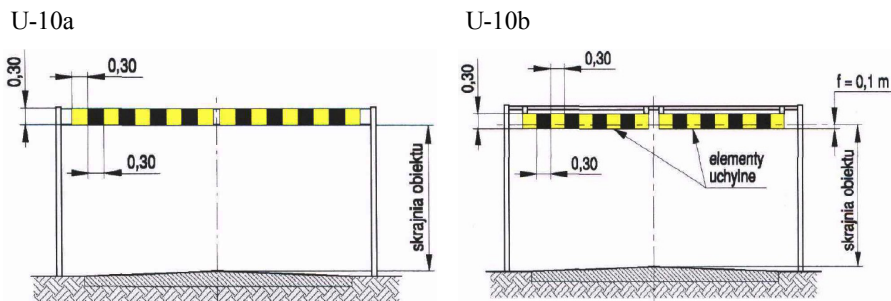


Rys. 4. Znak ograniczający gabaryt pionowy pojazdu B-16 oraz wzory tablic do ograniczenia skrajni pionowej U-9c [9]

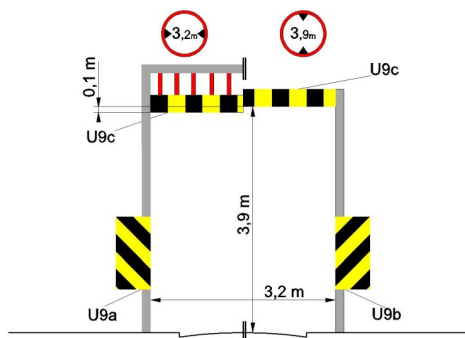


Rys. 5. Przykład wyglądu obiektu rzeczywistego na drodze ograniczającej skrajnie w poziomie i w pionie oraz umieszczenia znaków: U-9, B-15, B-16 [9]

Przed obiektami, pod którymi może być dopuszczony tylko ruch pojazdów o wysokości mniejszej od 4 m, można stosować urządzenia bramowe U-10 według zasad określonych na rys. 6 i 7.



Rys. 6. Wzory urządzeń bramowych U-10a, U-10b, ograniczające skrajnie [9]



Rys. 7. Przykład wyglądu urządzenia bramowego U-10 (z elementami uchylnymi i bez) na drodze ograniczającej skrajnie w poziomie i w pionie oraz umieszczenia znaków: U-9, B-15, B-16 [9]

Znak B-16 dotyczący skrajni pionowej w przykładzie podanym na rys. 7 oznacza rzeczywistą wartość 3,9 m. Taka jest w rzeczywistości wysokość sklepienia w budowli nad jezdnią, a także w urządzeniu bramowym bez elementów uchylnych. Wysokość urządzenia bramowego z elementami uchylnymi różni się (jest mniejsza o 0,1 m) i wynosi 3,8 m. Powyższe złożone zasady spowodowały zamęt informacyjny. Wśród przyczyn kolizji istotne miejsce zajmuje ta, że część kierujących dużymi pojazdami jest przekonana, że wymiar pionowy pokazywany na znaku jest zawsze pomniejszony o 0,5 m od rzeczywistej wysokości [7].

Obserwowany postęp techniczny i rozwój adaptacyjnych systemów śledzenia umożliwił instalowanie urządzeń mierzących i zatrzymujących pojazdy, których wysokość przekracza wysokość sklepienia obiektu nad drogą, ograniczającego skrajnię pionową. Chronione są wówczas pojazdy i ładunki na nich przewożone oraz same obiekty budowlane znajdujące się w skrajni drogi. [1, 3, 4, 13].

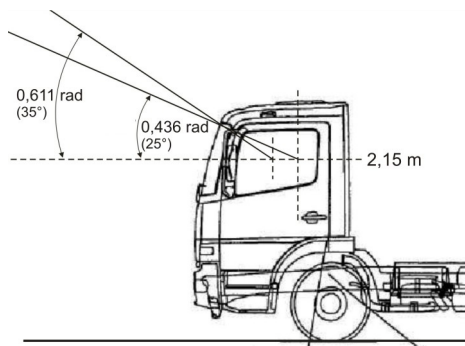
2. Analiza przyczyn wystąpienia kolizji i wzajemnych powiązań w przypadku przeskroty ruchomej, ograniczającej skrajnię pionową

Analizy prowadzono dla przypadku uszkodzenia bramy automatycznej zwijanej przez samochód ciężarowy Mercedes Atego (rys. 8). Zdarzenie takie miało miejsce w jednym z zakładów przemysłowych, w którym zastosowano zespół dwu ruchomych, automatycznych bram, umożliwiających przejazd pojazdów przez łącznik między dwiema halami produkcyjnymi. W czasie badań wielokrotnie dokonano przejazdu przez bramy pojazdem Nissan Patrol k-260. Przejazdy wykonywano przy prędkościach około 1,39, 2,78 i 4,17 m/s (5, 10 i 15 km/h), ustalanych przy użyciu odbiornika GPS. Stwierdzono że bezkolizyjny przejazd tym pojazdem jest możliwy przy prędkości 1,39 i 2,78 m/s (5 i 10 km/h). Przy prędkości 4,17 m/s (15 km/h) niezbędne było „przyhamowanie” przed bramą. Ponadto, ze względu na panujące na terenie zakładu ograniczenie, specyficzne ukształtowanie terenu przed zespołem bram oraz zasady „zdrowego rozsądku” próba przejazdu przez bramy Mercedesem Atego z większą prędkością wydaje się mało prawdopodobna.



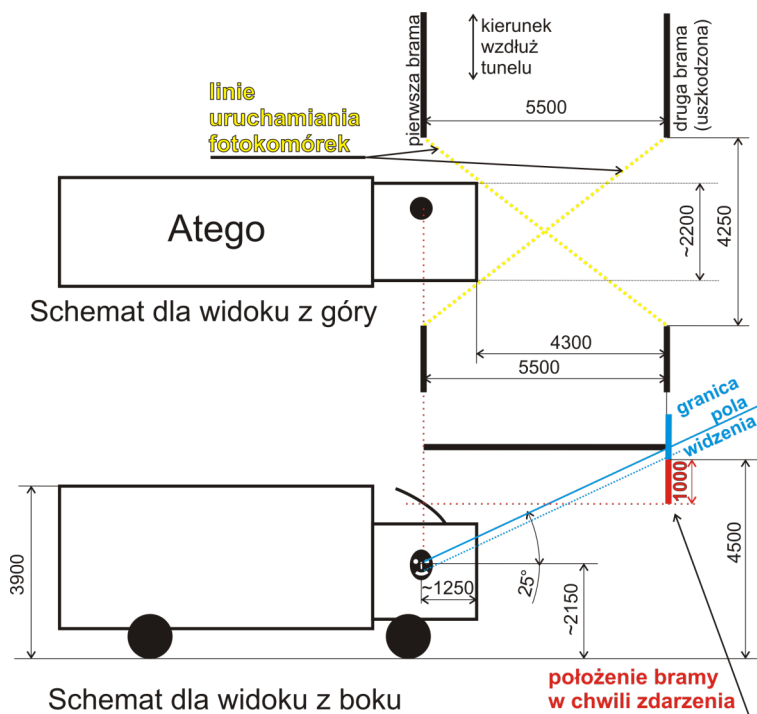
Rys. 8. Mercedes Atego 1233. Widoczna nisko położona górna krawędź przedniej szyby w stosunku do wysokości pojazdu

Pojazd użyty do badań weryfikacyjnych charakteryzuje się odmiennym kształtem przedniej części nadwozia od kabiny samochodu Mercedes Atego – wystająca część przednia nadwozia typu pontonowego, w odróżnieniu od wagonowej kabiny. Kształt taki powoduje wcześniejsze uruchomienie automatyki bramy w stosunku do położenia głowy kierowcy (kierowca w użytym do badań pojeździe siedzi dalej niż w pojeździe, który brał udział w zdarzeniu) oraz krawędzi dachu pojazdu. W użytym do badań pojeździe krawędź górna przedniej szyby znajduje się na wysokości ok. 1,8m (niżej niż w Mercedesie Atego). Charakterystyka widoczności z miejsca kierowcy Mercedes Atego została przedstawiona na rys. 9.



Rys. 9. Widoczność z miejsca kierowcy pojazdu Mercedes Atego, w zależności od położenia głowy kierowcy [8]

W czasie badań stwierdzono, że widoczność całego otworu bramy wraz z górną jego krawędzią, możliwa jest gdy użyty do testów pojazd (przedni zderzak) znajduje się w odległości około 3 m od bramy. Zmierzono wielokrotnie czas podnoszenia i opadania bramy. Wynoszą one odpowiednio około 3 i około 5s. W sytuacji gdy w czasie opadania bramy zostanie wygenerowany sygnał (przez zespół fotokomórek) do podnoszenia, samo unoszenie bramy zaczyna się ze zwłoką około 1 s. Do uruchomienia bramy dochodzi wtedy, gdy znajdzie się przed nią np. samochód. Uruchomienie przez przechodzącego człowieka następuje tylko w przypadku, gdy jest to „osoba słusznej postury”.



Rys. 10. Schemat sytuacyjny dla chwili przekraczania linii uruchamiania sygnału fotokomórek. Wszystkie wymiary w mm

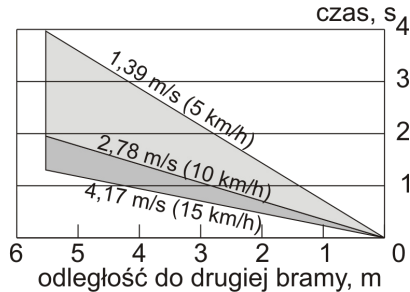
Miejsce kolizji jest w istocie skrzyżowaniem dwóch dróg komunikacyjnych pod kątem prostym (rys. 10). Jedna droga to ta, którą poruszał się pojazd Mercedes Atego. Druga droga jest tunelem pomiędzy sąsiednimi halami zakładu. Przez ten tunel prowadzi szlak komunikacji wewnątrzzakładowej którym poruszają się między innymi wózki widłowe. W dalszej analizie rozpatrzono dwie krytyczne sytuacje. Pierwsza polegająca na tym, że pojazd Mercedes Atego przecina linię zadziałania fotokomórek w chwili gdy w pełni uniesiona brama zaczyna opadać. Druga sytuacja zachodzi wtedy gdy pojazd przecina linię zadziałania fotokomórek gdy brama jest zupełnie zamknięta.

3. Brama w pełni uniesiona zaczyna opadać

Bramy, przez które przejeżdżał Mercedes Atego stanowią ściany, przedstawionego na rys. 10, poprzecznego tunelu. Na miejscu ustalono, że prawidłowe działanie bram polega na tym aby otwierały się głównie wtedy, gdy pojazd jedzie w kierunku takim jak Mercedes Atego przedstawiony na rys. 10. W zasadzie powinny one pozostawać zamknięte gdy występuje wyłącznie komunikacja wewnątrzzakładowa wzdłuż tunelu (wózki widłowe).

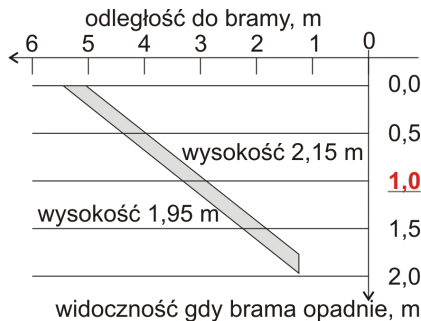
W rozpatrywanym przypadku założono, że powodem otwarcia drugiej bramy (rys. 10) był przejazd innego pojazdu w kierunku poprzecznym do kierunku ruchu samochodu Mer-

cedes. W tym czasie Mercedes Atego musiał pozostawać zatrzymany przed linią zadziałania sygnału fotokomórek pomiędzy bramami. Dla dalszych rozważań nie jest istotne w jakiej odległości od bramy drugiej (uszkodzonej) zatrzymał się pojazd. Według ustaleń, pojazd Mercedes Atego powinien poruszać się z prędkością mniejszą niż 4,17 m/s (15 km/h) ze względu na to, że nawierzchnia drogi jest nierówna i nachylona. Ograniczenie prędkości, znakiem B-33 zgodnie z rozporządzeniem [9], do 15 km/h (4,17 m/s) obowiązywało na terenie całej firmy. W zależności od prędkości, odległość około 5,5 m od chwili uruchomienia sygnału z fotokomórek (chodzi o wynikającą ze schematu na rys. 10 odległość spojlera – miejsca kontaktu z bramą), do chwili zdarzenia, powinien pokonać w czasie od 1,32 do 3,96 s (rys. 11).

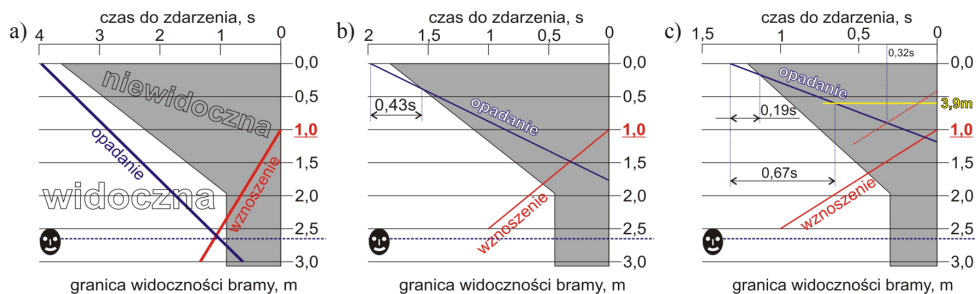


Rys. 11. Czas potrzebny na dotarcie do drugiej bramy od chwili uruchomienia sygnału fotokomórek w zależności od prędkości pojazdu i odległości

Niezależnie od miejsca zatrzymania kierowca powinien widzieć górną krawędź uniesionej bramy zanim ruszył z miejsca oraz zanim przeciął linie uruchamiania fotokomórek. Zakładając, że kierowca ma oczy na wysokości 2,15 m od poziomu drogi oraz kąt widzenia do góry o wartości 0,436 rad (25 stopni katowych), krawędź maksymalnie uniesionej bramy powinna być widoczna przez kierowcę Mercedesa z odległości większej niż około 5 m. Gdyby brama opadła około 1 m (przybliżone położenie bramy w chwili zdarzenia) to fakt ten powinien być widoczny przez kierowcę z odległości nie mniejszej niż 3 m (rys. 12). Położenie bramy takie jak podczas zdarzenia nie byłoby widoczne przez kierowcę gdyby był on w odległości mniejszej niż 3 m od bramy.



Rys. 12. Odległość o jaką brama musiałaby opaść aby była widoczna z pojazdu Mercedes Atego, którego kierowca (miejsce zaczepienia o bramę) znajduje się w konkretnej odległości od bramy



Rys. 13. Chronologia zdarzeń przy ruchu Mercedes Atego z różnymi prędkościami. Prędkość 1,39 m/s (5km/h) a); 2,78 m/s (10 km/h) b); 4,17 m/s (15 km/h) c). Kierowca widzi bramę gdy prosta prędkości „opadanie” bramy znajduje się na jasnym polu (gdy prosta „opadanie” znajduje się na szarym polu – kierowca bramy nie widzi). Prosta „wznoszenie” obrazuje charakterystykę unoszenia bramy bezpośrednio przed zdarzeniem. Sytuacje przedstawione dla prędkości 1,39 i 2,78 m/s (5 i 10 km/h) nie mogły mieć miejsca, ponieważ brama musiałaby opadać znacznie dłużej niż 1 s. Sytuacja przedstawiona dla prędkości 4,17 m/s (15 km/h) jest krytyczna lecz Mercedes Atego o wysokości 3,9 m powinien przejechać bezpiecznie pod bramą nie w pełni otwartą (przerwana prosta równoległa do „wznoszenie”)

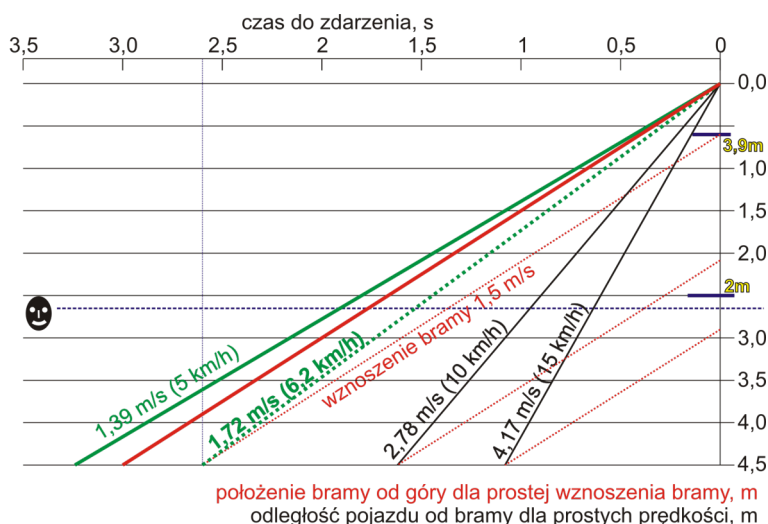
Jeżeli prędkość pojazdu wynosiłaby około 1,39 m/s (5 km/h) to prędkość opadania bramy (około 0,9 m/s) byłaby względnie na tyle duża, że z miejsca kierowcy powinno być możliwe dostrzeżenie tego opadania (rys. 13a). Jeżeli prędkość Mercedes Atego byłaby większa od 1,39 m/s (5 km/h) to, pomimo opadania bramy, kierowca mógłby obserwować jej unoszenie względem górnej krawędzi pola widzenia (górnej krawędzi szyby przedniej pojazdu). Jednak aby zaistniałe zdarzenie było prawdopodobne to nawet przy prędkości 2,78 m/s (10 km/h) brama musiałaby opadać przez czas dłuższy niż 1,6 s co jest niezgodne z wynikami badań (rys. 13b). Zakładając, że pojazd Mercedes uruchamia sygnał fotokomórek w chwili gdy brama zaczyna opadać to przy prędkości 4,17 m/s (15 km/h), krawędź bramy byłaby widoczna przez czas około 0,19 s i bardzo trudna do zauważenia z poruszającego się pojazdu (rys. 13c).

Około 1 s zwłoka w działaniu układu elektronicznego i bezwładność mechaniczna spowoduje dalsze opadanie bramy i po czasie około 0,67 s brama osiągnie wysokość pojazdu 3,90 m od poziomu gruntu. Gdyby wznoszenie bramy rozpoczęło się dokładnie po 1 s (0,32 s do zdarzenia) od chwili przecięcia przez pojazd linii fotokomórek to brama powinna jeszcze zdążyć unieść się ponad wysokość pojazdu (przerwana prosta na rys. 13c).

4. Brama zupełnie zamknięta

W ostatnim analizowanym przypadku założono, że kierowca jedzie przez bramę ze stałą prędkością nie zatrzymując się, mimo tego, że jest ona zamknięta (rys. 14). W momencie gdy narożniki zderzaka przetną linie „fotokomórek”, brama zaczyna się otwierać. Jeżeli brama jest zamknięta w czasie gdy pojazd podjeżdża do niej to kierowca nie może tego nie zauważyć. Brama, bez zauważalnej zwłoki, podnosi się na maksymalną wysokość w czasie

3 sekund, czyli z prędkością 1,5 m/s (czerwona prosta na wykresie). Przejazd przy pełnym uniesieniu bramy jest możliwy jeżeli pojazd porusza się z prędkością nie większą niż około 1,39 m/s (5 km/h). Pojazd Mercedes Atego, uczestniczący w zdarzeniu, miał wysokość 3,9 m, dlatego możliwe jest jego bezpieczne przejechanie przez bramę nie w pełni uniesioną przy prędkości nie większej niż 1,72 m/s (6,2 km/h). Wykres potwierdza możliwość przejazdu pojazdem o wysokości 2m (pojazd użyty do testów), pod bramą nie w pełni otwartą, do prędkości około 2,78 m/s (10 km/h), co jest zgodne z wynikiem przeprowadzonego eksperymentu.



Rys. 14. Sytuacja gdy brama jest zamknięta w chwili podjeżdżania samochodu. Proste nieopisane obrazują prędkość podnoszenia się bramy. Proste opisane wartością prędkości obrazują prędkość zbliżania się pojazdu do bramy. Dla porównania mniejszą czcionką zaznaczono wysokości, mierzone od poziomu gruntu, pojazdu Mercedes Atego (3,9 m) i pojazdu użytego do badań (2 m). Schematu twarzy użyto do oznaczenia poziomu oczu kierowcy Mercedes Atego

5. Podsumowanie i wnioski

Można i należy eliminować uszkodzenia w eksploatacji pojazdów i ładunków oraz obiektów nad drogą powodowane ograniczeniami skrajni przez budowle na drogach. Kierujący wysokim pojazdem powinien być zobowiązany do pomiaru rzeczywistej wysokości pojazdu z ładunkiem. W związku z wysokością pojazdu i przewożonego ładunku, spedytorzy powinni ich uczyć szczególnie na ograniczenie skrajni. Znaki o ograniczeniu skrajni powinny być dodatkowo powtórzone. Wskazane jest zainstalowanie na drogach urządzeń ostrzegających kierujących o przekroczeniu dopuszczalnej wysokości ze względu na skrajnię. Rozbieżność pomiędzy wysokością podawaną na urządzeniu bramowym a umieszczoną na obiekcie powinna zostać usunięta przez zmianę wymagań w przepisach. Należy dołożyć staranności w zakresie zgodności wysokości obiektów z obowiązującymi wymaganiami przepisów do-

tyczących zachowania skrajni w obrębie tych obiektów. W szczególności na stacjach paliw, parkingach, budowlach w rejonach załadunku i rozładunku oraz rozrastających się koron drzew nad drogami. Postęp techniczny oraz rozwój urządzeń pozwala skuteczniej wspomagać kierujących w unikaniu uszkodzeń w eksploatacji związanych z niedostosowaniem pojazdów do ograniczeń skrajni drogi przez obiekty budowlane. Należy rozważyć poprawienie i uzupełnienie wymagań zawartych w obecnie obowiązujących przepisach.

Coraz popularniejsze stosowanie bram automatycznych w postaci zwijanej rodzi ryzyko nowego rodzaju kolizji wynikających z ograniczeń skrajni pionowej, wiążących się ze zmienną jej wysokością. Przyczyną kolizji może być zarówno wadliwe działanie układu sterowniczego napędowego bramy jak i nieprawidłowe zachowanie kierowcy, a zwłaszcza za szybki przejazd przez bramę.

W rozpatrywanym przypadku, bezkolizyjne korzystanie z bramy tym pojazdem możliwe jest do prędkości 4,17 m/s (15 km/h). Z wykonanych analiz wynika że w sytuacji gdy kierowca „zignoruje istnienie” bramy i próbuje przejechać, mimo że jest opuszczona, maksymalna prędkość bezkolizyjnego przejazdu wynosi 1,72 m/s (6,2 km/h).

Niewielkie wartości uzyskanych prędkości „bezpiecznych” są dodatkowo wynikiem niekorzystnego dla takich zdarzeń kształtu pojazdu – nisko umieszczona górna krawędź szyby przedniej, przy wysokim – „pełnowymiarowym” nadwoziu.

Dodatkowym zabezpieczeniem, które powinno być stosowane w celu uniknięcia tego typu wypadków powinna być co najmniej czytelna sygnalizacja świetlna stanu pracy bramy, ułatwiająca kierowcy podejmowanie właściwych decyzji.

Literatura

1. Cho Y-S.: Pattern formed on inside wall of tunnel for driving safety. Korea Patent, KR20070091956. 2007.
2. Dyrektywa Rady 96/53/WE z dnia 25 lipca 1996 r. ustanawiająca dla niektórych pojazdów drogowych poruszających się na terytorium Wspólnoty maksymalne dopuszczalne wymiary w ruchu krajowym i międzynarodowym oraz maksymalne dopuszczalne obciążenia w ruchu międzynarodowym [online]. Eur-Lex Dostęp do aktów prawnych Unii Europejskiej [dostęp 2011-01-03]. Dostępny w Internecie: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=DD:07:02:31996L0053:PL:PDF>.
3. Franz Plasser Bahnbaumaschinen-Industriegesellschaft m.b.H.: Apparatus for measuring the profile of a railroad tunnel. United States Patent and Trademark Office. Granted Patent, US4179216. 1979.
4. Fujisawa K. (et. all.): Aid device for car driver. Japan Patent, JP8218329. 1996-08-27
5. Gardyński L.: Kolizja drogowa – najechanie na tył pojazdu poruszającego się z niewielką prędkością przez inny pojazd. Kinematyka zderzenia i wpływ na układ napędowy i napęd układu rozrządu. Materiały II Ogólnopolskich Warsztatów „Kryminalistyczne Aspekty Likwidacji Szkód Komunikacyjnych”. PZU – Politechnika Lubelska – Laboratorium Kryminalistyczne Komendy Wojewódzkiej Policji, Kazimierz Dolny, 2003.
6. Lowe D.: Intermodal freight transport. Elsevier, Oxford 2005.

7. Olejnik K.: Analiza przyczyn typowych wybranych wypadków i kolizji w aspekcie ograniczeń widoczności z pojazdów samochodowych. *Transport Samochodowy*, (1) 2003.
8. Olejnik K.: Wybrane problemy bezpieczeństwa w zakresie widoczności w pojazdach miejskich. *Eksploatacja i Niezawodność*, (1) 2006.
9. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 r. w sprawie szczegółowych warunków technicznych dla znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warunków ich umieszczenia na drogach [online]. Internetowy system aktów prawnych [dostęp 2011-01-03]. Dostępny w Internecie: <http://isap.sejm.gov.pl/Download?id=WDU20032202181&type=2>.
10. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie [online]. Internetowy system aktów prawnych [dostęp 2011-01-03]. Dostępny w Internecie: <http://isap.sejm.gov.pl/Download?id=WDU19990430430&type=2>.
11. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 26 lutego 1996 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać skrzyżowania linii kolejowych z drogami publicznymi i ich usytuowanie [online]. Internetowy system aktów prawnych [dostęp 2011-01-03]. Dostępny w Internecie: <http://isap.sejm.gov.pl/Download?id=WDU19960330144&type=2>.
12. Vashitz G. (et all.): In-vehicle information systems to improve traffic safety in road tunnels. *Transportation Research F*, (11) 2008, s. 61-74.
13. Wencheng Ch. (et. all.): Performance of induction lamps and HPS lamps in road tunnel lighting. *Tunneling and Underground Technology*, (23) 2008, s. 139-144.
14. Yousif S., Al-Obaedi J.: Close following behavior: Testing visual angle car following models using various sets of data. *Transportation Research F*, (14) 2011, s. 96-110.

UNDESIRABLE INCIDENTS IN AUTOMOTIVE TRANSPORTATION AS THE ASPECT OF THE VERTICAL GAUGE LIMITATIONS

Summary. Issues of high vehicles' damages during operation are discussed in the article. They are caused by deficiencies of the infrastructure which is too little high-assisted for drivers of high vehicles. The gauge constraints (especially from the top) on the road occurring in some places are not already preceded by the appropriate tests. The tests, properly constructed and arranged in advance, should warn drivers against the possibility of damage to the vehicle or buildings over the road. The necessity to improvement and changing laws is also discussed in the paper. In the study, there were analyzed truck accident collisions with automatic roll-up gate. There was conducted verification of nonexclusive hypotheses as far as the cause of a collision could be a potential failure of gate, as far as the specific shape of the vehicle, and any incorrect behavior of the driver. The solutions proposed in the paper should help to reduce the risks of high vehicle collisions with objects on the road.

Key words: damage, transport, vehicles, safety