

Możliwość poprawy widoczności w pojazdach użytkowych przez wykorzystanie systemu 360 stopni

Rafał S. Jurecki, Eryk Biskupski

W artykule przedstawiono problem związany z ograniczeniem pola widoczności tzw. stref martwych w pojazdach użytkowych oraz pojazdach ciężarowych. Problem związany z bezpieczeństwem użytkownika takich pojazdów wiąże się w dużej mierze ze specyfiką konstrukcji samego nadwozia pojazdu oraz miejsca pracy kierowcy. Jednym ze sposobów poprawy widoczności z miejsca kierowcy jest wprowadzanie różnych układów techniki wizyjnej oraz systemów przekształcania obrazu z wykorzystaniem w technice samochodowej mini kamer. Jednym z najnowszych rozwiązań w tym zakresie jest „system 360 stopni” analizujący w pełnym zakresie otoczenie wokół pojazdu. System ten może w znaczący sposób poprawić bezpieczeństwo manewrowania poprzez całkowitą likwidację stref martwych widoczności

Słowa kluczowe: widoczność, system 360 stopni, bezpieczeństwo, strefy martwe widoczności

Wstęp

W wypadkach drogowych w Europie ginie kilkadziesiąt tysięcy osób. Stąd też od wielu lat czynione są starania, których celem jest zmniejszenie liczby wypadków, co jednocześnie skutkuje redukcją zabitych.

W roku 2013 średni spadek zabitych na drogach Europy wyniósł w porównaniu do roku 2001 aż 53% [7]. W 2010 roku Komisja Europejska przyjęła ambitny plan dotyczący redukcji zabitych w wypadkach w Europie o 50% w przeciągu obecnej dekady. Już w roku 2013 redukcja liczby osób zabitych na drogach państw Unii Europejskiej w odniesieniu do roku 2010 wynosiła 18%, przy czym wśród wielu państw osiągnięto znacznie lepsze efekty. Redukcję przekraczającą średnią, bo o ponad 30% zanotowano np. w: Grecji, Portugalii i Hiszpanii. Polska w tym zakresie osiągnęła poziom bliski średniej europejskiej (17%) wyprzedzając w rankingach takie kraje jak: Francja (15%), Niemcy (8%) czy Wielka Brytania (4%) [10]. Ocena poziomu redukcji liczby zabitych zależy jednak od aktualnego poziomu bezpieczeństwa w ruchu drogowym. W Niemczech czy Wielkiej Brytanii poziom bezpieczeństwa w ruchu drogowym jest wysoki, podczas gdy w Polsce jest wciąż niezadowalający.

Wraz z poprawą stanu infrastruktury transportowej, wprowadzaniu nowoczesnych przepisów transportowych realizowane są prace zmierzające do znaczącej poprawy

rozwiązań konstrukcyjnych nowo sprzedawanych pojazdów oraz pojazdów już eksploatowanych.

Bardzo ważnym zagadnieniem szczególnie w odniesieniu do samochodów ciężarowych, samochodów dostawczych czy użytkowych w zakresie bezpieczeństwa jest widoczność z miejsca kierowcy. Poprawa widoczności w tym zakresie może być realizowana poprzez odpowiednie nowoczesne konstrukcje kabin oraz zastosowanie dodatkowych urządzeń zmniejszających tzw. strefy martwe widzenia oraz gwarantujące widoczność w ciemności i w warunkach ograniczonej widoczności. Oprócz klasycznych dodatkowych lusterek wyposażać pojazdy osobowe w nowoczesne systemy wizyjne. Konieczność wyposażania nowych pojazdów i doposażenia pojazdów już użytkowanych wynika z zapisów Dyrektywy 2007/38/WE, która od producentów wymagała stosowania układów zapewniających ograniczenie zakresu martwego pola widoczności. Co ważne cytowane zapisy dotyczyły również samochodów o dopuszczalnej masie całkowitej powyżej 3,5t wyprodukowanych po 1 stycznia 2000 roku, które w tego typu układy muszą być wyposażone.

W związku z tym w pojazdach ciężarowych, autobusach stosowane są przeróżne typy urządzeń (luster) wspomagających pracę kierowcy – rysunek 1.



Rys. 1. Lusterka panoramiczne oraz kamera cofania stosowane w autobusach

Oprócz szerokokątnych klasycznych zewnętrznych lusterek głównych (klasa II i III), które mają umożliwić kierowcy obserwację otoczenia z boków samochodu ciężarowego, autobusu, stosowane są zgodnie z nowymi przepisami, jakie weszły w życie w kwietniu 2009r. również zewnętrzne lustra szerokokątne (klasa IV) poprawiające ocenę sytuacji z boku pojazdu oraz lustra bliskiego zasięgu tzw. krawężnikowe (klasa

V) czy też przednie (klasa VI) [Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania.].

Oprócz tych rozwiązań możliwe jest również montowanie w pojazdach wizyjnych systemów elektronicznych, które choć częściowo mogą uzupełnić zakres działania klasycznych luster. Systemy te mogą mieć bardzo szerokie zastosowanie od układów analizujących ruch wokół konkretnego pojazdu, umożliwiających obserwację osób wykonujących określone prace i zadania np. w przedsiębiorstwach oczyszczania miast [4], aż po proste systemy wspomagające parkowanie.



Rys. 2. Kamera i monitor kamery cofania [3]

Wielu producentów wyposaża samochody w dodatkowe systemy wizyjne (rysunek 2). Składają się one z reguły z jednej kamery lub kilku kamer zamontowanych na pojeździe, w celu obserwacji stref, które w tradycyjny sposób (za pomocą luster) są słabo lub całkowicie niewidoczne. Do takich stref zaliczyć można np. przestrzeń z tyłu pojazdu dostawczego typu furgon, samochodu ciężarowego, naczepy, autobusu czy samochodów użytkowych.

Obraz z kamery (kamer) prezentowany jest na wyświetlaczu w kabinie kierowcy, dzięki czemu kierowca dysponuje dynamicznym podglądem na sytuację wokół pojazdu. Obraz z kamer może być rejestrowany lub możliwy jest podgląd widoku z kamer w czasie rzeczywistym (WiFi & 3G). W przypadku uzupełnienia systemu o odbiornik sygnału GPS jest możliwa późniejsza jednoczesna analiza obrazu z kamer oraz parametrów ruchu pojazdu np. toru jazdy auta, jego prędkości, daty i czasu realizacji odpowiednich zadań transportowych.

1. Budowa i zastosowanie systemu 360 stopni

Oprócz prostych systemów kamer umożliwiających obserwację stref niewidocznych przez kierowcę od pewnego czasu proponowane są skomplikowane systemy wizyjne oparte na kilku kamerach zamontowanych na pojeździe.

W odróżnieniu jednak od wcześniej omawianych systemów, obraz z każdej z kamer na jednym monitorze nie jest wyświetlany oddzielnie, ale system ten łączy te obrazy i generuje wirtualny obraz otoczenia pojazdu z „lotu ptaka”. Dzięki takiemu rozwiązaniu ogranicza się liczbę docierających do kierowcy bodźców wizyjnych, co powoduje znaczące uproszczenie odbioru i interpretacji sytuacji drogowej.

W ostatnim czasie pojawiły się propozycje takich układów wizyjnych obejmujących analizowanie w pełnym zakresie obszaru wokół pojazdu (360 stopni) np. system ProViu ASL360™ firmy Continental [8], 360 Volvo™ [9] czy też System Backeye 360™ Select firmy Brigade [5].

System Widok 360° opracowany przez Volvo [9] oprócz generowania samego widoku wokół pojazdu został dodatkowo wzbogacony o system awaryjnego manewrowania. System oprócz kamer wykorzystuje również radary, lidary oraz

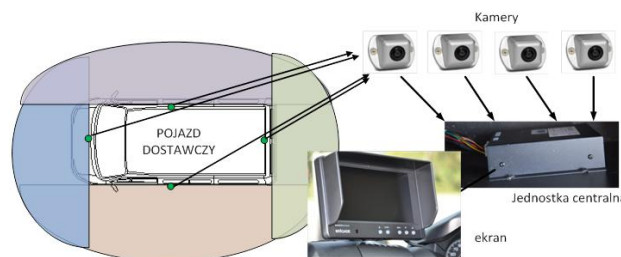
technologię GPS, w celu wykrycia ewentualnych przeszkód. System taki nie tylko wykrywa je, ale również z wykorzystaniem odpowiednich algorytmów umożliwia automatyczne hamowanie lub omijanie, w celu uniknięcia kolizji.

System ProViu ASL360 zaproponowany przez Continental, jest krokiem w zapewnieniu bezpieczeństwa oraz poprawie aerodynamiki pojazdu ciężarowego poprzez rezygnację z bocznych luster [9]. System składa się z miniaturowych kamer zastępujących wspomniane lusterka boczne oraz 12-calowych monitorów umieszczonych na przednich słupkach kabiny. Dzięki zastosowaniu specjalnych kamer dokonano poprawy widoczności nawet przy słabym oświetleniu, przy jednoczesnej redukcji zużycia paliwa.

System Backeye 360™ to system zaprojektowany, aby wspomóc kierowcę podczas manewrów przy małej prędkości poprzez poprawę widoczności wokół pojazdu. W czasie manewrowania pojazdem użytkowym w terenie zabudowanym, wokół pojazdu znajduje się wiele obiektów zarówno stałych jak i ruchomych, w wyniku, czego mogą występować niebezpieczne sytuacje.

Mogą występować kolizje zarówno z obiektami nieruchomymi (elementy infrastruktury drogowej, zaparkowane pojazdy itd.), jak i z poruszającymi się (pojazdy, piesi). Jest to szczególnie ważne w centrach miast, gdy natężenie ruchu jest duże. Stosowanie systemu może, więc wydawnie poprawić bezpieczeństwo realizacji takich manewrów [4].

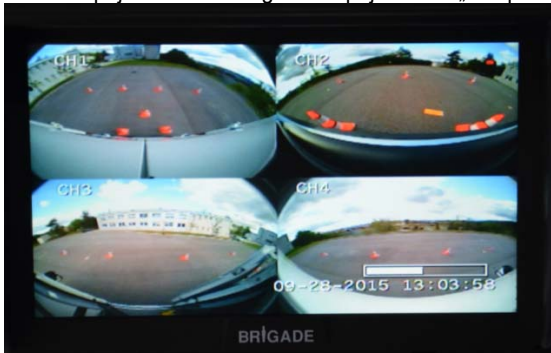
Prawdopodobieństwo wystąpienia kolizji jest tym większe, im pojazd ma więcej tzw. martwych pól widoczności. Jest to bardzo ważny problem szczególnie w pojazdach długich (samochody ciężarowe, autobusy) oraz pojazdach użytkowych np. samochody dostawcze, pojazdy sprzątające, śmieciarki, ładowarki. System 360 stopni, którego schemat przedstawiony został na rysunku 3, składa się z szerokokątnych kamer (o kącie 180 stopni) zamontowanych na pojeździe (z reguły jest ich cztery).



Rys. 3. Elementy składowe systemu 360 stopni

Obraz otrzymywany z kamer szerokokątnych może być prezentowany na ekranie monitora (rysunek, 4) przy czym ze względu na konstrukcję kamer otrzymywany obraz jest zniekształcony. Taka forma prezentacji otoczenia wokół pojazdu nie byłaby dla kierowcy dostatecznie czytelna, więc urządzenie elektroniczne ECU przekształca w czasie rzeczywistym uzyskane obrazy z kamer i scala je w jeden widok [3] (z lotu ptaka) a jednocześnie koryguje zniekształcenie obrazu rejestrowanego przez kamery. Wygenerowany wirtualny obraz obejmuje całe otoczenie pojazdu – rysunek 5. Na wyświetlaczu umieszczonym w kabinie pojazdu prezentowany jest tylko rzeczywisty obraz pochodzący z jednej z 4 zamontowanych na

pojeździe kamer (przedniej, tylnej, bocznych) oraz widok otoczenia pojazdu widzianego z nadwozia - z „lotu ptaka”.



Rys. 4. Widok obrazu z czterech kamer



Rys. 5. Widok na ekranie monitora umieszczonego w kabinie

Kamery montowane są na pojeździe – rysunek 6 - w sposób gwarantujący prawidłowe wygenerowanie przez system obrazu wokół pojazdu bez martwych pól. Sposób ich lokalizacji zależy więc w dużej mierze od specyfiki konstrukcji danego pojazdu. Głównym kryterium sposobu rozmieszczenia kamer jest zapewnienie odpowiedniego dla danego typu pojazdu, widoku wokół pojazdu.

Przykład umiejscowienia kamer na pojeździe typu furgon przedstawiono na rysunku 6.



Rys. 6. Przykładowy sposób zamontowania kamer na pojeździe typu furgon

W zależności od przeznaczenia pojazdu uzyskany widok z góry może dodatkowo umożliwiać kierującemu określenie położenia współpracowników (np. w przypadku śmieciarek, pojazdów budowlanych, pojazdów podczas wyładunku) w

stosunku do pojazdu czy też sposób realizacji przez inne osoby odpowiednich zadań. Mogą więc być wykorzystywane w wielu pojazdach użytkowych od samochodów dostawczych, autobusów aż do samochodów ciężarowych i pojazdów specjalnego przeznaczenia. Są szczególnie przydatne w tych pojazdach, w których konstrukcja pojazdów ogranicza widoczność.

Przykład takiego wykorzystania i umieszczenie kamery pokazano na rysunku 7.



Rys. 7. System zamontowany w ciężkich pojazdach budowlanych

Dla poprawy bezpieczeństwa w zależności od potrzeby, obraz z poszczególnych kamer jest zmieniany automatycznie lub wybierany manualnie przez kierowcę. W trybie automatycznym po włączeniu biegu wstecznego włączana jest kamera tylna, podczas włączania kierunkowskazu odpowiednia kamera boczna) zaś w przypadku jazdy do przodu widoczny jest obraz z kamery przedniej. Na monitorze kierowca informowany jest o działaniu konkretnej kamery, tak aby był świadomy, widok której kamery w danej chwili może obserwować. Obok tego obrazu prezentowany jest wygenerowany przez system widok wokół pojazdu. Aby zapewnić jak najlepszą funkcjonalność systemu istnieje możliwość konfigurowania odległości podglądu, tak aby jak najlepiej dopasować rodzaj i kształt sylwetki pojazdu. Jednocześnie, w celu ułatwienia rozpoznania przez kierowcę widoku własnego pojazdu, istnieje możliwość zindywidualizowania obrazu pojazdu i jego kolorystyki poprzez naniesienie np. barw firmowych.

Dodatkowo system kamer może zostać uzupełniony o nagrywarke, umożliwiającą rejestrację pracy pojazdu. Może ona rejestrować: tor ruchu pojazdu i jego prędkość w oparciu o nadajnik GPS, obrazy z wielu kamer oraz fakt zderzenia lub ostrego przyspieszenia dzięki wbudowanemu czujnikowi przyspieszeń (G). Dysponowanie materiałem filmowym umożliwia uniknięcie fałszywych roszczeń ubezpieczeniowych oraz stanowi niepodważalny dowód pełnej (poprawnej) realizacji zaplanowanych zadań transportowych. Świadomość kierowców, że ich praca może być później kontrolowana i analizowana powoduje, że są oni bardziej ostrożniejsi i rozważni, a ich styl jazdy staje się spokojniejszy.

2. Możliwości systemu 360 stopni Brigade™

Do analizy możliwości systemu wybrano pojazd dostawczy typu furgon. Pojazd zabudowany na podwoziu samochodu

Peugeot Boxer (L4 H2). To jak ważny jest ten system świadczy fakt, że wokół standardowego pojazdu znajduje się wiele stref martwych widoczności, w których kierowca nie ma możliwości obserwacji przestrzeni wokół pojazdu – rysunek 8.

Ograniczenie pola obserwacji z przodu samochodu może następczą wielu problemów, szczególnie podczas manewrowania i niewysokich przeszkód znajdujących z tyłu pojazdu, ale również z boku lub przed pojazdem. Widoczność z tyłu (bezpośrednio za pojazdem) jest praktycznie zerowa i stąd też pojazdy takie są wyposażane w kamery cofania, lub czujniki ultradźwiękowe lub radary. Widoczność w części przedniej pojazdu, w bardzo niewielkiej odległości od pojazdu, może w pewnych sytuacjach powodować zagrożenie.



Rys. 8. Przykładowe strefy niewidoczne dla pojazdu użytkowego

Widok z lusterkach bocznych z tyłu pojazdu w pojeździe z nadwoziem furgonowym, całkowicie uniemożliwia obserwację strefy bezpośrednio za pojazdem. W takich sytuacjach dla bezpiecznej realizacji takiego manewru, może okazać się niezbędna pomoc innych osób.

Na rysunku 9 zaprezentowano pojazd ustawiony na placu testowym z ustawionymi pacholkami odwzorowującymi rzeczywiste przeszkody drogowe. Przeszkody te umieszczono z tyłu pojazdu oraz bezpośrednio przed pojazdem również w martwych strefach widoczności, tak aby kierowca nie miał możliwości ich widzenia ani bezpośrednio ani pośrednio (z wykorzystaniem luster).



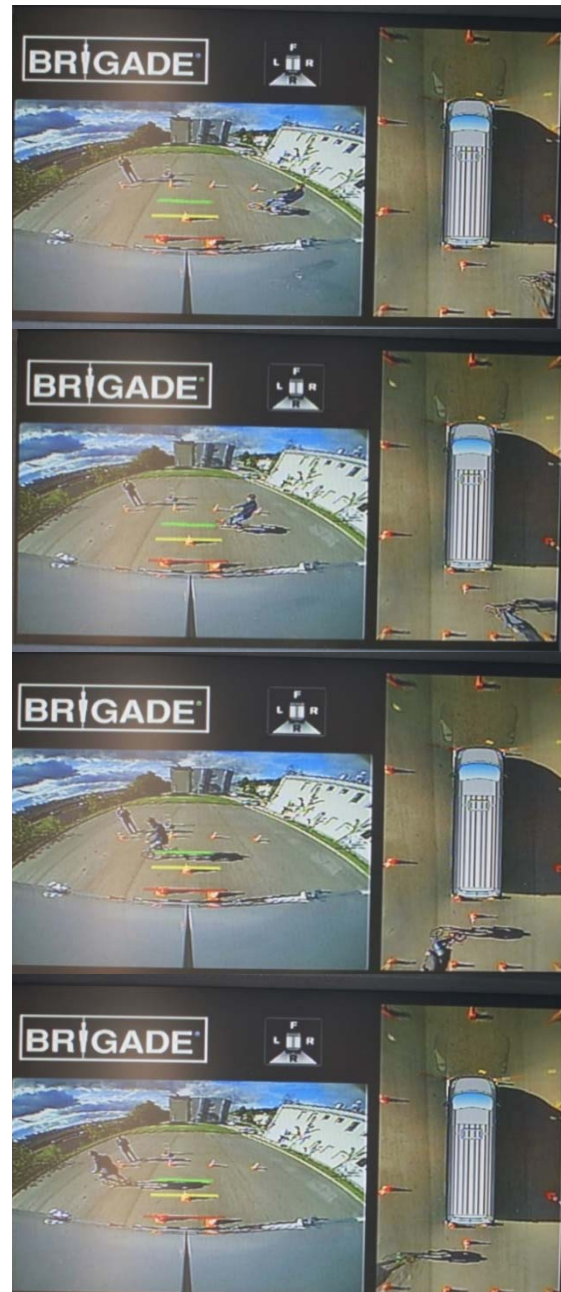
Rys. 9. Zakres widoczności w systemie 360 stopni i widok generowanego obrazu z wyświetlacza

Obszar obserwowany na monitorze 360 stopni odpowiadał pozycji pacholków. Z każdej strony pojazdu ten obszar miał szerokość około 3m od zarysu pojazdu. Rozmiar tego obszaru generowanego przez system 360 stopni wynosił około 14x9m.

Bardzo ważną cechą systemu jest możliwość obserwacji na ekranie wyświetlacza przeszkód, które znajdują się bardzo blisko w stosunku do pojazdu, takich jak np. pacholki ustawione bezpośrednio przy przednim zderzaku, które mogą

odwzorowywać barierki, krawężniki i inne niewysokie elementy infrastruktury drogowej.

System oprócz wyświetlania obrazów statycznych ma możliwość wyświetlania również przeszkód ruchomych. Na rysunku 10 przedstawiono przykładowe obrazy wyświetlane podczas poruszającego się za pojazdem rowerzysty oraz znajdującego się z tyłu pieszego.



Rys. 10. Widoki obserwowanego obrazu w sytuacji zagrożenia spowodowanej przejeżdżającym z tyłu pojazdu rowerzystą

Rowerzysta poruszał się w kierunku prostopadłym do osi wzdłużnej pojazdu. W początkowym momencie był widoczny przez kierowcę w lusterkach bocznych, jednak kiedy znajdował się bezpośrednio za pojazdem kierowca nie mógł określić jego położenia i był niewidoczny. Dzięki zastosowanemu systemowi ruch rowerzysty mógł być na bieżąco obserwowany.

Podsumowanie

Przedstawiony system wizyjny 360 stopni może znacząco poprawić bezpieczeństwo użytkowania różnych pojazdów wykorzystywanych w transporcie drogowym.

Jego zastosowanie może nie tylko znacząco zmniejszyć zagrożenie powstania kolizji podczas manewrowania, ale dodatkowo może wydatnie ułatwić pracę kierowcy, szczególnie podczas pracy zespołowej. W takich sytuacjach osoba nadzorująca pracę (kierowca, operator) może na bieżąco kontrolować pozycję innych osób znajdujących się wokół pojazdu, unikając tym samym działań mogących spowodować dla nich zagrożenie.

System wyposażony w specjalne kamery z podświetleniem może znacząco ułatwiać realizację manewrów pojazdem w trakcie jazdy po zmroku.

Obraz z kamery szerokokątnej, który jest wykorzystywany do generowania obrazu 360 stopni, jest również wyświetlany na ekranie wyświetlacza, przy czym ze względu na zastosowany typ kamery jest on zniekształcony. W związku z tym służy w tym przypadku jedynie do określenia faktu występowania obiektów w strefie bezpośrednio wokół pojazdu i nie można na jego podstawie prawidłowo ocenić odległości, więc stanowi jedynie dodatkową informację.

Opisywany system, zresztą podobnie jak wszystkie elementy elektroniczne wykorzystywane w pojeździe, nie zwalnia kierowcy z myślenia i konieczności zachowania szczególnej uwagi podczas jazdy i realizacji niebezpiecznych manewrów. Fakt, że kierowca może otrzymać dodatkowe informacje w sytuacjach niebezpiecznych, może przyczynić się do redukcji liczby kolizji oraz ewentualnych ofiar.

Bibliografia

1. Jaśkiewicz M., Jurecki R., The analysis of Safety on Polish Roads between 2000-2010, Transport and Communication Scientific Journal, 1/2013, ISSN 1336-7676, pp.8-14
2. Jurecki R., Jaśkiewicz M., Analysis of Road accidents over the last ten years, Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Szczecinie 2012, 32 (104) z. 2, s. 65-70
3. Jurecki R., Jaśkiewicz M., Biskupski E, Możliwości poprawy bezpieczeństwa użytkowania pojazdów ciężarowych w zakresie widoczności. AUTOBUSY – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe 2014, nr 5.
4. <http://brigade.com.pl/> dostęp z dnia 08.03.2014r
5. http://brigade-electronics.com/uploads/related_downloads/Backeye_360_Elite.pdf Broszura informacyjna Brigade Safety Solution dostęp z dnia 05.03.2013r
6. <http://brigade-electronics.com/product-support/?browse=Marketing+Literature%2FIndividual+Product+Flyers%2FPolish%2Fdostęp+z+dnia+08.07.2016r>
7. CARE (EU road accidents database)
8. http://www.continental-automotive.com/www/automotive_de_en/themes/agriculture/interior/camera_monitor_systems/proviu_360_en.html
9. <http://technowinki.onet.pl/motoryzacja/widok-360-stopni-wokol-samochodu-czyli-volvo-poprawia-poziom-bezpieczenstwa-swych-aut/mcxm3>
10. www.policja.gov.pl dostęp z dnia 05.03.2016r

Autorzy:

dr inż. **Rafał Jurecki** – Politechnika Świętokrzyska, Wydział Mechatroniki i Budowy Maszyn, al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7, 25-314 Kielce, e-mail: rjurecki@tu.kielce.pl

Eryk Biskupski - Brigade Electronics Polska sp. z o.o. ul. Olszewskiego 6, 25-663 Kielce, e-mail: info@brigade.com.pl

Próby zrealizowano na placach badawczych zmodernizowanych w ramach projektu *Modernizacja i rozwój infrastruktury dydaktyczno - badawczej dla innowacyjnego kształcenia na kierunku Transport* nr WND-RPSW.02.01.00-26-011/11współfinansowany przez Unię Europejską Program Operacyjny w ramach Działania 2.1 Rozwój innowacji, wspieranie działalności dydaktycznej i badawczej szkół wyższych oraz placówek sektora „badania i rozwój”, Osi 2 „Wsparcie innowacyjności”, budowa społeczeństwa informacyjnego oraz wzrost potencjału inwestycyjnego regionu” Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa świętokrzyskiego na lata 2007-2013.

Possibilities for improve of visibility the vehicle using a 360 degree system

The article presents the problem of limited field of view so. Blind spots in commercial vehicles and heavy goods vehicles. The problem of the safety of use of such vehicles is associated largely with the specifics of construction of the body of the vehicle and the driver's workplace. One way to improve visibility from the driver's seat is the introduction of different kinds of systems technology vision and image conversion system opened possibilities for use in automotive engineering mini-cameras. One of the latest solutions in this regard is the "system 360 degrees" fully analyzing the environment around the vehicle. This system can significantly improve the safety of maneuvering through the complete elimination of dead visibility.

Key words: visibility, safety, 360 degree system, blind spot