

Paweł Stobnicki, Krzysztof Zembrowski, Maciej Bajerlein, Adam P. Dubowski, Aleksander Rakowicz

System wspomagania kierowcy dla poprawy bezpieczeństwa podczas manewrów sprzęgania i cofania

JEL: R41 DOI: 10.24136/atest.2019.020
Data zgłoszenia: 15.12.2018 Data akceptacji: 08.02.2019

W artykule przedstawiono badania dwukamerowego systemu wspomagania kierowcy podczas manewrów sprzęgania samochodu z naczepą typu gęsia szyja NGS-9,6 oraz podczas manewrów cofania całym zestawem. Dwukamerowy system wspomagania kierowcy SWK-2 wykorzystywany jest podczas sprzęgania zestawu pojazdów i pozwala na jednoosobowe wykonanie tego manewru przez kierowcę. Zamocowanie bezprzewodowej kamery pod rampą naczepy umożliwia kierowcy pełną kontrolę podczas cofania całym zestawem. Wpływa także na poprawę bezpieczeństwa pracy kierowcy oraz zwiększa bezpieczeństwo podczas wykonywania manewru cofania.

Słowa kluczowe: samochód skrzyniowy, naczepa typu gęsia szyja, bezpieczeństwo, bezprzewodowa kamera, system.

Wstęp

Zespół ds. Energetyki i Dynamiki Maszyn Rolniczych Przemysłowego Instytutu Maszyn Rolniczych w Poznaniu od wielu lat prowadzi prace badawczo-rozwojowe nad zagadnieniami związanymi z poprawą bezpieczeństwa transportu w sektorach głównie rolniczym i leśnym [2, 5, 12]. Prowadzone w PIMR prace badawcze dotyczą nowej generacji zestawów pojazdów, składających się z pojazdów holujących i sprzęganych z nimi naczep typu gęsia szyja (NGS) kategorii O₂/O₃ oraz przyczep. Zestawy badawcze wyposażone są w nowe hybrydowe elektryczne układy hamulcowe sterowane wyłącznie przy użyciu przewodów elektrycznych [3, 4], uniwersalne zaczepy i sprzęgi kulowe oraz nowej konstrukcji wsporniki wysuwanych sprzęgów kulowych [2, 5]. Warto dodać, że wysuwne zaczepy kulowe montowane są do wsporników oraz ram samochodów i chowane pod pokrywą umieszczoną w podłodze skrzyni ładunkowej pojazdu holującego. Takie rozwiązanie poszerza możliwości funkcjonalne samochodu, który może być eksploatowany zgodnie z jego pierwotnym przeznaczeniem lub też być wykorzystywany do sprzęgania z naczepami typu gęsia szyja.

W trakcie przejazdów i prób drogowych [8, 9, 10, 11] zestawu badawczego PIMR, złożonego z pojazdu Iveco Daily D35 4x4 oraz naczepy typu gęsia szyja o DMC 9,6t, podczas transportu specjalizowanego zestawu pojazdów gąsienicowych (ZPG) [1, 6, 7] - stwierdzono potrzebę opracowania systemu ułatwiającego kierowcy wykonywanie manewrów sprzęgania i cofania.



Rys. 1. Zestaw badawczy Iveco Daily D35 4x4 i naczepa NGS-9,6t

W odróżnieniu od dużych zestawów złożonych z ciągnika siodłowego i naczepy, wykonywanie manewrów sprzęgania i cofania zestawem Iveco Daily D35 4x4 i naczepy NGS kategorii O₃ sprawia pewne trudności dla kierowcy. Sprzęganie tego typu zestawu pojazdów, wymaga zazwyczaj udziału dodatkowej osoby, która informuje kierowcę o odległości dyszla naczepy od kuli zaczepy. Podobna sytuacja ma miejsce gdy wykonywane są manewry cofania zestawem badawczym PIMR z załadowanym na naczepie specjalizowanym pojazdem gąsienicowym o szerokości pojazdu 2,95 m. Tak więc, opracowanie koncepcji i kompaktowej budowy przenośnego systemu wspomagania kierowcy jest bardzo ważne z punktu widzenia szeroko pojętego bezpieczeństwa podczas transportu.

1. Obiekt badań

Obiektem badań (rys. 1) był zestaw złożony z pojazdu holującego Iveco Daily oraz holowanej naczepy NGS-9,6 (DMC 9,6t). Szczegółowe dane techniczne obiektu badań zawarto w (tab. 1).

Tab. 1. Dane techniczne zestawu badawczego PIMR

Dane techniczne	Opis
Iveco Daily	
Typ	D35
Napęd	4x4
Liczba osi	2
Liczba i układ cylindrów	4, rzędowy
Pojemność skokowa silnika	2998 cm
Maksymalna moc silnika	130 kW
Paliwo	olej napędowy
Skrzynia biegów	6-biegowa
Rok produkcji	2008
Rodzaj zabudowy	skrzyniowa
DMC	3500 kg
Norma emisji spalin	Euro 4
Wymiary (dl. x szer. x wys.)	5,35 m x 2,05 m x 2,65 m
Naczepa typu gęsia szyja (NGS)	
Typ	NGS-9,6
Masa własna naczepy	2350 kg
Dopuszczalna masa całkowita	9600 kg (9000 osie + 600 dyszel)
Nośność rampy	2000 kg
Układ jezdny	jednoosiowa typu tandem
Nogi podporowe	hydrauliczne
Zasilacz hydrauliczny	24 V, 200 bar
Innowacyjny układ hamulcowy	(elektryczno-pneumatyczny układ hamulcowy PIMR-EBS) z systemem stabilizacji poprzecznej oraz ABS
Wymiary powierzchni ładunkowej	8,86 m x 2,50 m
Wymiary (dl. X szer. x wys.)	11,07 m x 2,55 m x 0,9 m

Głównym celem realizowanych w PIMR badań było opracowanie koncepcji systemu wspomagającego kierowcę (SWK), który znacząco ułatwi manewr sprzęgania samochodu Iveco Daily D35 z naczepą NGS-9,6. Założono, że opracowany zostanie lekki, kompaktowy, prosty w montażu i obsłudze system, który ułatwi prace związane ze sprzęganiem zestawu pojazdów. Kolejnym etapem będzie przeprowadzenie prób terenowych i funkcjonalnych SWK, co umożliwi ocenę przydatności systemu podczas wykonywania manewrów sprzęgania. Dodatkowym atutem SWK będzie również możliwość jego wykorzystania podczas wykonywania manewrów

cofania. Z racji znacznych gabarytów przewożonego pojazdu gaśnicowego (PG) oraz jego modułów narzędziowych, system ułatwi wykonywanie bezpiecznych manewrów cofania zestawem badawczym PIMR.

2. Aparatura

Do przeprowadzenia badań wykorzystano dwie wersje systemu wspomagania kierowcy. W 2017 roku podjęto próby wstępnych pilotowych testów, w których sprawdzano przydatność pierwszej wersji systemu SWK-1 (rys. 2).



Rys. 2. System SWK-1 [archiwum PIMR-BE]

Monitor wraz z uchwytem [14] zakupiony został w ramach zakończonego w 2015 roku projektu WND-POIG01.03.01-00-164/09 pt.: Zintegrowana technologia ochrony obszarów wodno-błotnych przed sukcesją roślinności powodującej degradację środowiska przyrodniczego [1]:

- Monitor Dell, model Latitude 10-ST2, system Windows 8.
- Uchwyt monitora z ssawką do mocowania na przedniej szybie samochodu zakupiony do badań w firmie RAM MOUNTS [15].

Ponadto w badaniach wykorzystano kamerę firmy Logitech HD Webcam C615 [13].

W 2018 roku podczas wstępnych badań terenowych testowano drugą wersję SWK-2 systemu wspomagania kierowcy (rys. 3) podczas manewrów sprzęgania i cofania zestawu badawczego PIMR.



Rys. 3. System SWK-2 [archiwum PIMR-BE]

Dane techniczne bezprzewodowego dwukamerowego systemu cofania [16]:

- Monitor 7 calowy, o rozdzielczości 800x480 px, format wyświetlania 16:9, wymiary zewnętrzne monitora: 180 x 120 x 22 mm, wbudowany bezprzewodowy odbiornik sygnałów video z dwóch kamer oraz możliwość podłączenia kamer przy użyciu przewodów. System PAL/NTSC, zasilanie 12 V. Włączenie monitora następuje automatycznie w momencie uruchomienia biegu wstecznego. Dzieje się tak za sprawą przewodu wyzwalającego - po jego podłączeniu np. do wiązki światła cofania, w momencie włączenia biegu wstecznego monitor automatycznie uruchamia się. Możliwa obsługa przy wykorzystaniu przycisków na obudowie monitora lub przy użyciu pilota zdalnego sterowania, co znacznie ułatwia obsługę w przypadku większych zestawów pojazdów.

- Kamera cofania podobnie jak monitor, włącza się automatycznie po włączeniu wstecznego biegu. Rozdzielczość kamery 648x488, kąt widzenia 120°, linie pomocnicze. Kamera posiada wbudowany czujnik łączności bezprzewodowej 2,4 GHz, co umożliwia przesyłanie bezprzewodowo obrazu do monitora bez zakłóceń na odległość nawet do 50 m. Ponadto kamera posiada przewody, które pozwalają na jej podłączenie bezpośrednio do monitora. Jest wyposażona w

diody LED (18 szt.) pozwalające oświetlić przestrzeń za pojazdem. Diody mogą doświetlić teren do 20 m za kamerą. Zasilanie 12 V, obudowa kamery jest wodoszczelna, odporna na warunki atmosferyczne (IP67). Temperatura pracy -20°C ~+70°C, wymiary: 85 x 65 x 45 mm.

3. Wstępne badania terenowe

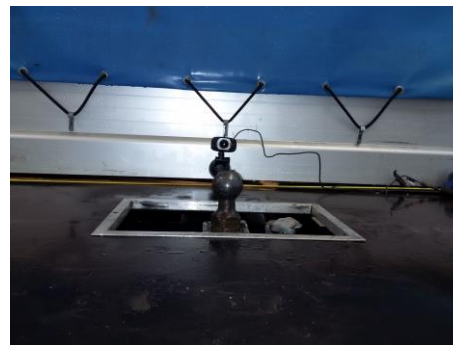
3.1. Próby sprzęgania zestawu pojazdów dla SWK-1

Pierwsze próby sprzęgania pojazdu badawczego PIMR: Iveco Daily D35 4x4 z naczepą typu gęsia szyja NGS-9,6, miały miejsce w 2017 roku. W trakcie pilotowych testów sprawdzano możliwości zastosowania oraz przydatność kamery Logitech HD Webcam C615, jako kamery cofania i jej współpracy z monitorem mocowanym na specjalnym uchwycie zakupionym na potrzeby badawcze realizowanego projektu [1] w firmie Racelogic [14].

Testy przeprowadzone w grudniu 2017 roku, miały na celu sprawdzenie celowości opracowania systemu wspomagania kierowcy (SWK-1) dla poprawy poziomu bezpieczeństwa podczas manewru sprzęgania samochodu badawczego Iveco Daily 4x4 z naczepą typu gęsia szyja o DMC 9,6t.

System SWK-1 umożliwia kierowcy obserwację obrazu z kamery zamocowanej w obrębie skrzyni ładunkowej samochodu, bezpośrednio na tylnej ścianie burty środkowej, oddzielającej przestrzeń chronioną oponczą ochronną a niezabudowaną przestrzeń podłogi, w której zamocowano wysuwany zaczep kulowy. Jednak zauważono, że pewną trudność sprawia ustawienie zaczepu i sprzęgu kulowego w jednej pionowej osi symetrii.

Widok kamery Logitech HD Webcam C615 zamocowanej na środkowej burcie skrzyni ładunkowej, która znajduje się w odległości około 380 mm od osi zaczepu kulowego pokazano na (rys. 4), natomiast obraz z kamery wideo na monitorze Dell-Latitude 10-ST2 przedstawiono na (rys. 5).



Rys. 4. Widok kamery zamocowanej na środkowej burcie skrzyni ładunkowej [archiwum PIMR-BE]



Rys. 5. Widok obrazu na monitorze Dell-Latitude 10-ST2 z kamery Logitech HD Webcam C615 zamocowanej na środkowej burcie skrzyni ładunkowej [archiwum PIMR-BE]

3.2. Próby sprzężenia zestawu pojazdów dla SWK-2

Wstępne badania terenowe - sprzężenie

Wstępne próby bezprzewodowego dwukamerowego systemu wspomagania kierowcy (SWK-2) przeprowadzono w listopadzie 2018 roku.

W pierwszej badanej konfiguracji SWK-2 służącej do manewrów sprzężenia zestawu pojazdów - w kabinie kierowcy na desce rozdzielczej, zamocowano uchwyt monitora i podłączono się do instalacji elektrycznej samochodu, przy czym włączenie monitora następuje automatycznie w momencie uruchomienia biegu wstecznego. W obrębie skrzyni ładunkowej samochodu zamocowano dwie bezprzewodowe kamery cofania. Pierwszą w miejscu i na wysokości zamocowania kamery Logitech C615 (pierwsze próby sprzężenia z wykorzystaniem systemu SWK-1 grudzień 2017). Drugą kamerę umieszczono na burtce bocznej w odległości około 380 mm od tylnej ściany środkowej burty skrzyni ładunkowej, a więc w tej samej odległości co symetralna osi pionowej kuli zaczepu. Pierwotne mocowania kamer zastąpiono elementami własnej konstrukcji oraz zaprojektowano dodatkowo niewielkie uchwyty:

- uchwyt przystosowany do zamocowania na środkowej burtce,
- uchwyt do mocowania na bocznej burtce skrzyni ładunkowej.

Widok kamery zamocowanej w osi podłużnej pojazdu oraz kamery zamocowanej na bocznej burtce przedstawiono na (rys. 6). Widok obrazu z kamery cofania przedstawiono na (rys. 7), a obrazu z kamery zamocowanej na bocznej burtce na (rys. 8).



Rys. 6. Widok bezprzewodowych kamer zamocowanych na burtkach skrzyni ładunkowej [archiwum PIMR-BE]



Rys. 7. Widok obrazu z kamery cofania [archiwum PIMR-BE]



Rys. 8. Widok obrazu z kamery zamocowanej na bocznej burtce [archiwum PIMR-BE]

Kierowca ma możliwość przełączania na ekranie obrazu raz z tylnej, raz z bocznej kamery. Zatem podczas sprzężenia ma możliwość ciągłego śledzenia prawidłowości wykonywanego manewru tzn. ustawienia dyszla z zamocowanym na nim sprzęgiem kulowym w osi symetrii pionowej zaczepu i sprzęgu kulowego (rys. 9).



Rys. 9. Widok dyszla naczepy ustawionego w pozycji umożliwiającej sprzężenie z zaczepem kulowym [archiwum PIMR-BE]

Próby terenowe manewru sprzężenia potwierdziły celowość opracowania systemu SWK-2, bazującego na dwóch kamerach. Możliwość pełnej kontroli usytuowania dyszla naczepy NGS-9,6 względem zaczepu kulowego, pozwala na skrócenie czasu sprzężenia, a podczas wykonywania manewrów daje kierowcy możliwość kontrolowania przestrzeni bezpośrednio za pojazdem. Poprawia to zdecydowanie poziom bezpieczeństwa podczas wykonywania manewru sprzężenia zestawu pojazdów oraz zwiększa bezpieczeństwo pracy kierowcy. Odpada zatem stres kierowcy związany z troską - czy któraś z osób znajdujących się w pobliżu manewrującego pojazdu nie zdecyduje się przejść w bezpośredniej bliskości cofającego się samochodu.

Próby cofania zestawu pojazdów dla SWK-2

W drugiej badanej konfiguracji systemu SWK-2 postanowiono przenieść kamerę mocowaną na bocznej burtce samochodu na tył naczepy NGS-9,6. W tym celu w przestrzeni pod podłogą rampy załadunkowej, powyżej tablicy rejestracyjnej naczepy zamocowano uchwyt służący do mocowania tylnej kamery cofania (rys. 10). Zasilanie bezprzewodowej kamery, podobnie jak w przypadku samochodu Iveco Daily, podłączono do wiązki światła cofania naczepy.



Rys. 10. Widok bezprzewodowej kamery zamocowanej pod rampą naczepy NGS-9,6 [archiwum PIMR-BE]

Przeprowadzone badania terenowe zestawu pojazdów badawczych PIMR-BE potwierdziły przydatność takiego systemu zwłaszcza podczas cofania w bardzo wąskie przestrzenie. Jednym z przykładów może być wjazd do hali laboratoryjnej Zespołu BE, w której pod ścianami znajdują się ciągniki rolnicze, czy też inne specjalizowane pojazdy a przestrzeń wokół wjazdu do hali wymaga wykonania dodatkowego dość ostrego o około 180° manewru skręcania. Przeprowadzone próby takiego manewru potwierdziły możliwość jego samodzielnego wykonania przez kierowcę tj. bez potrzeby asystowania podczas manewru cofania - drugiej osoby.

Podsumowanie

System wspomaganie kierowcy SWK-2 jest szczególnie przydatnym podczas wykonywania przez kierowcę manewru sprzęgania lekkiego skrzyniowego samochodu Iveco Daily D35 4x4 z naczepą typu gęsia szyja NGS-9.6. Kamera cofania umieszczona na dodatkowej burcie, w osi symetrii podłużnej samochodu, pozwala na precyzyjne podjechanie zaczepem kulowym pod dyszel z zamocowanym na nim sprzęgiem kulowym. Druga kamera pozwala na precyzyjne ustawienia zaczepu kulowego i sprzęgu kulowego w jednej pionowej osi symetrii. System SWK-2 z kamerą cofania zamontowaną pod rampą naczepy pozwala na zdecydowaną poprawę bezpieczeństwa pracy kierowcy. Skutkuje to ograniczeniem do minimum stresu związanego z zapewnieniem bezpieczeństwa innym postronnym osobom przebywającym w pobliżu wykonującego manewr cofania zestawu oraz zdecydowanie poprawia bezpieczeństwo i precyzję samego manewru np. w wąskim przestrzeniu w halach laboratoryjnych, czy też w halach magazynowych. System SWK-2 umożliwi kierowcy samodzielne, bezpieczne, a co najważniejsze efektywne wykonanie manewrów sprzęgania obu pojazdów oraz cofania całym zestawem, zwłaszcza podczas transportu pojazdów o znacznych gabarytach (np. szerokość 2,95 m).

Bibliografia:

1. Projekt WND-POIG.01.03.01-00-164/09 pt.: „Zintegrowana technologia ochrony obszarów wodno-błotnych przed sukcesją roślinności powodującej degradację środowiska przyrodniczego”, realizacja projektu 2010-2015.
2. Projekt rozwojowy NR10-0006-04/2008 pt.: „System transportowy oparty na zastosowaniu nowych sposobów sprzęgania zestawów drogowych oraz innowacyjnym układzie sterowania hydraulicznych hamulców w holowanych pojazdach”, realizacja projektu 2008-2010.
3. Dubowski A., Grzelak J., Pawłowski T., Rakowicz A.: Patent europejski nr EP 2558338: Tractor-Trailer Braking System.
4. Dubowski A., Grzelak J., Pawłowski T., Rakowicz A.: Patent P. 216956 pt.: Układ elektryczno-pneumatyczny do sterowania pneumatyczno-hydraulicznym zespołem wykonawczym i pracą hamulców, zwłaszcza lekkich i średnich naczep i przyczep samochodowych.
5. Dubowski A., Winiarski K.: Patent nr 193771pt.: Moduł pomiarowy sił na zaczepie kulowym, zwłaszcza samochodów sprzęganych z lekkimi naczepami.
6. Dubowski A. P., Zembrowski K., Pawłowski T., Vicente N., Rakowicz A., Wojniłowicz Ł., Weymann S., Karbowski R.: Naczepa NGS-10 do transportu zestawów pojazdów gąsienicowych, TrancComp, TTS nr 10/2013, płyta CD str. 997-1002, Zakopane 2013.
7. Dubowski A.P., Zembrowski K., Weymann S., Rakowicz A., Karbowski R., Wojniłowicz Ł., Potrykowska A.: Przystosowanie samochodu Iveco Daily D35 do sprzęgania z naczepą typu gęsia szyja o masie całkowitej 11 ton, Autobusy-Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe, Nr 10, Zakopane 2012.
8. Stobnicki P., Vicente N., Zembrowski K., Rakowicz A., Dubowski A.P.: Laboratoryjne badania modulatorów układów hamul-

cowych PIMR-EBS dla zestawu Iveco Daily D35 4x4 i naczepy NGS-10, Autobusy. Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe 6/2016, LogiTrans – Szczyrk 2016.

9. Stobnicki P., Siczynski Ł., Vicente N., Zembrowski K., Rakowicz A., Pawłowski T., Dubowski A.P.: Nowa wersja przyrządu do pomiaru sił na zaczepie kulowym z przeznaczeniem dla średniej wielkości zestawów samochodowych, TRANSPORT XXI WIEKU, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport, Ustrzyki Dolne 2016.
10. Stobnicki P., Vicente N., Rakowicz A., Zembrowski K., Pawłowski T., Dubowski A.P.: Porównawcze badania modulatorów układu hamulcowego PIMR-EBS dla zestawu pojazdów Mitsubishi L200 i naczepy NGS-03, TRANSPORT XXI WIEKU, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport, Ustrzyki Dolne 2016.
11. Stobnicki P., Zembrowski K., Vicente N., Siczynski Ł., Rakowicz A., Dubowski A.P.: Przyrząd MP-3 - pomiar sił na zaczepie kulowym samochodu kat. N1 sprzęgniętego z naczepą typu gęsia szyja kat. O3 podczas przejazdów po drogach krajowych, XIII Międzynarodowa Konferencja Hamulcowa i Bezpieczeństwa, Łódź 2017.
12. Zembrowski K., Stobnicki P., Rakowicz A., Pawłowski T.: Przystosowanie zestawu pojazdów badawczych PIMR dla poprawy bezpieczeństwa przewozu specjalizowanych pojazdów gąsienicowych. Logistyka 6/2014, str. 11768-11777.
13. LOGITECH - <https://www.logitech.com/pl-pl/product/headset-c615>
14. RACELOGIC - <http://racelogic.com/index.php/en/>
15. RAM MOUNTS - <https://www.rammount.com/>
16. PCSELECT - www.pcselect.pl

Driver assistance system for improved safety during coupling and reversing maneuvers

The paper presents the research of the two-cameras driver assistance system (SWK-2) during maneuvers of coupling the car with gooseneck type NGS-9.6 and during reversing maneuvers with the whole unit. The SWK-2 driver assistance system is used when coupling a set of vehicles and allows the driver to perform this as one-man operation. Fixing the wireless camera under the trailer's ramp allows the driver full control when reversing the whole unit. It also affects the improvement of the driver's safety and increases safety during the reversing maneuver.

Keywords: truck, gooseneck trailer, safety, wireless camera, system.

Autorzy:

dr inż. **Paweł Stobnicki** – PIMR – Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych w Poznaniu, stobnicki@pimr.poznan.pl
 dr inż. **Krzysztof Zembrowski** – PIMR Poznań
 dr hab. inż. **Maciej Bajerlein** – Politechnika Poznańska
 dr inż. **Adam P. Dubowski** – PIMR Poznań
 mgr inż. **Aleksander Rakowicz** – PIMR Poznań