

LOGISTYKA - NAUKA

*Naczepa , gęsia szyja, samochód, zestaw, pojazdów,
układ hamulcowy, GPS , kamera wideo, badania, zawieszenie , resor,
piórowy, układ , hamulcowy, zawór, korekcja, siła hamowania.*

Adam P. DUBOWSKI¹
Aleksander RAKOWICZ²
Radosław KARBOWSKI²
Sylwester WEYMANN²
Krzysztof ZEMBROWSKI²

STEROWANIE UKŁADU HAMULCOWEGO PIMR-EBS ZAWOREM LSV MONTOWANYM W NACZEPIE TYPU GĘSIA SZYJA

Układ hamulcowy PIMR-EBS (PEBS) został opracowany w Przemysłowym Instytucie Maszyn Rolniczych w Poznaniu dla naczep typu gęsia szyja z pneumatycznym układem zawieszenia. W ramach prac projektu badawczego rozwojowego N R 10-0006-04/2008 sprawdzono możliwość współpracy układu PEBS z zaworem LSV, który służy do automatycznej korekcji siły hamowania w naczepach z zawieszeniem mechanicznym. Badania terenowe i drogowe jednoosiowej naczepy potwierdziły możliwość zastosowania zaworu LSV w naczepach nowego systemu transportowego PIMR przeznaczonych do transportu towarów zwłaszcza po wiejskich i leśnych drogach. Podczas przejazdu zestawu pojazdów po trasie testowej stosowano system Racelogic Video VBOX do akwizycji danych GPS i obrazów z dwóch kamer wideo.

PIMR-EBS BRAKING SYSTEM CONTROL BY LSV VALVE MOUNTED IN GOOSENECK TRAILER

PIMR-EBS (PEBS) braking system was developed in PIMR-Industrial Institute of Agricultural Engineering for gooseneck trailers with pneumatic suspension. In R&D project N R 10-0006-04/2008 was tested option of steering PEBS braking system by LSV valve, used for automatic correction of the braking force in semi-trailers with mechanical suspension. Field and road tests confirmed that LSV valve is steering well PEBS system and without any problem can be use in gooseneck trailers with leaf spring suspension that are used for transport goods, especially on rural and forest roads. Racelogic Video VBOX was used for collecting GPS data and video movies during ride on test road.

^{1/2} Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych - PIMR-BE, 60-963 Poznań, ul. Starołęcka 31
Tel: + 48 618712230, Fax: + 48 61879-32-62
¹ E-mail: dubowski@pimr.poznan.pl

1. WSTĘP

Od 2008 roku PIMR prowadzi prace związane z opracowaniem nowego systemu transportowego [1], którego podstawową opcję stanowi zestaw pojazdów drogowych złożony z samochodu skrzyniowego i naczepy typu gęsia szyja. Pojazdy są wyposażone w nowego typu sprzęgi i zaczepty kulowe oraz w sterowany przewodowo (Brake By Wire) układ hamulcowy PIMR-EBS (PEBS) [2,3].

W 2010 roku prowadzono prace nad możliwością współpracy zaworu LSV [4] z układem hamulcowym PEBS zamontowanym w naczepie GN2000 z układem zawieszenia osi kół na resorach piórowych [5]. Badania terenowe prowadzono na 30 km trasie testowej PIMR-BE z wykorzystaniem systemu Racelogic Video VBOX [6] do zbierania danych GPS i rejestracji obrazów z dwóch kamer video. W badaniach drogowych sprawdzono czas pracy sprzężarek podczas przejazdu zestawu pojazdów po drogach krajowych, na trasie o łącznej długości 232 km.

2. SPOSÓB ZABUDOWY ZAWORU LSV W NACZEPIE GN2000

Praca zaworu LSV w naczepach z mechanicznym układem zawieszenia, nie stwarza większych trudności, bo zazwyczaj poruszają się po krajowych drogach, o stosunkowo niewielkich nierównościach i w dodatku ich układ hamulcowy zasilany jest powietrzem ze stale pracujących sprzężarek. W przypadku układu hamulcowego PEBS zastosowano niewielkiej wydajności sprzężarki, które podczas jazdy pracują z przerwami i pompują powietrze do zbiorników w zakresie 6÷8 bar.

Zamontowanie zaworu LSV w naczepie i zgrubne dobranie długości dźwigni sterujących pracą zaworu sprawia, że zawór ten może pracować niewłaściwie, a każdy większy ruch osi nośnej przytwierdzonej do resorów piórowych np. przy przejeździe po dużych nierównościach drogi, powoduje wydmuch powietrza z zaworu i konieczność znacznego wydłużenia czasu pracy sprzężarek.

Przeprowadzone badania miały na celu określenie możliwości zastosowania zaworu LSV do sterowania układem PEBS w naczepach opracowanych dla potrzeb sektora rolniczego czy leśnego, które przeważnie poruszają się po złej jakości lokalnych drogach wiejskich, drogach polnych czy duktach leśnych.

Zawór LSV, który zamontowano w naczepie GN2000 w pobliżu środka osi zawieszenia kół - z jednej strony podłączony jest do głównego zbiornika powietrza, a z drugiej strony łączy się z gniazdem sterującym ciśnieniem modulatora EBS w wersji D, z firmy WABCO. Dźwignię sterującą zaworu LSV połączono z gwintowanym końcem łącznika, którego drugi koniec znajduje się w płycie stalowej przytwierdzonej do rury osi zawieszania kół. Na rysunku 1 przedstawiono sposób mocowania zaworu do wspornika oraz dźwigni sterującej jego pracą.

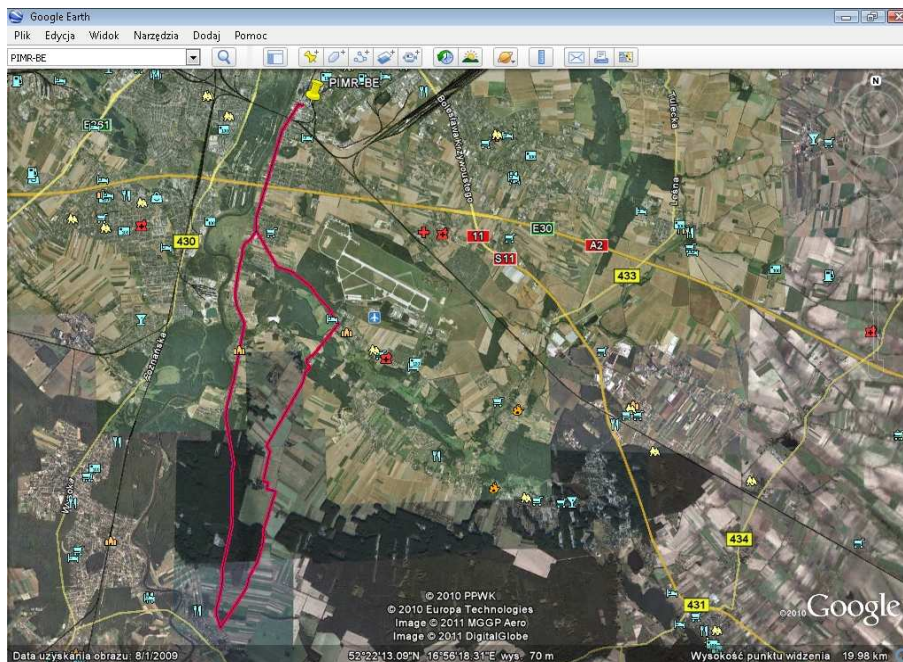


Rys. 1. Zawór LSV w naczepie GN2000 zamontowany w pobliżu akumulatora zasilającego układ hamulcowy PEBS

3. TRASA TESTOWA PIMR-BE

Trasa testowa PIMR-BE została wybrana z myślą testowania zestawów pojazdów nowego systemu transportowego PIMR. Trasa ta zaczyna się tuż za bramą wjazdową do PIMR (ul. Bystra) i przebiega po drogach miejskich (do wsi Babki), lokalnych drogach utwardzonych (wyboiste, z dziurami), drogach dojazdowych do pól (Głuszyna Leśna), drogach lokalnych i krajowych (Sasinowo-Staroleka-PIMR).

W trakcie wstępnego przejazdu widok trasy (rys. 2) został zapisany w urządzeniu Racelogic Video VBOX model RLVBVD102C, a następnie wyeksportowany do programu Google Earth [7] i w nim zapisany na tle mapy z siecią dróg, miejscowości, lotnisk itp.



Rys. 2. Trasa testów pojazdów badawczych PIMR-BE – długość 29,7 km

4. URZĄDZENIE RACELOGIC VIDEO VBOX

Urządzenie Video VBOX firmy Racelogic jest w zasadzie przeznaczone dla kierowców-zawodników, którzy doskonalą swoje umiejętności prowadzenia samochodów na torach wyścigowych. Urządzenie umożliwia równoczesne nagrywanie obrazu DVD, zbieranie danych z GPS oraz tworzenie nakładki graficznej w czasie rzeczywistym.

Właściwości systemu:

- antena GPS z magnesem do mocowania na dachu samochodu
- dwie kamery z możliwością wyboru głównego obrazu i dodatkowego (Picture-in-Picture),
- kamera HD z dodatkowym mikrofonem (580L Sony HQ1 mikroprocesor),
- MPEG-4 video format (1 hour ~ 2Gb zapisu z dużą rozdzielczością),
- kolorowa 24 bitowa grafika ,
- wbudowany VBOX GPS układ akwizycji danych - częstotliwość próbkowania 10 Hz,
- wewnętrzne zasilanie 1200 mAh ,
- wtyczki LEMO z blokadą zabezpieczającą obwód przed przypadkowym rozłączeniem,
- 4Gb SD HC karty pamięci ,

- grafika – pełna możliwość dostosowania do wymagań użytkownika,
- przycisk ręczny Start/Stop lub
- w pełni automatyczny zapis danych w podczas jazdy z prędkością powyżej 2,5 km/h
- zasilanie z gniazda zapalniczki 12V lub z zasilacza 230V.

Sposób mocowanie systemu w samochodzie badawczym Mitsubishi L200 przedstawiono na rysunkach 3-6. Obudowę urządzenia zamocowano na rzepy (velcro-type fastening) do wykładziny ściany, z lewej strony miejsca dla pasażera. W obudowie znajdują się: gniazdo LEMO do podłączenia zasilania 12/230V, dwa gniazda LEMO dla kamer wideo, gniazdo skręcane dla anteny GPS mocowanej (magnes w obudowie anteny) do stalowego dachu samochodu oraz gniazdo dla karty pamięci typu SD.



Rys. 3. Antena GPS umieszczona na dachu samochodu Mitsubishi L200



Rys. 4. Urządzenie Video VBOX zamontowane z lewej strony nóg pasażera w samochodzie Mitsubishi L200



Rys. 5. Kamera wideo zamontowana na przedniej szybie samochodu Mitsubishi L200



Rys. 6. Kamera wideo zamontowana w uchwycie opracowanym w PIMR-BE

W zależności od potrzeb, można wyborem gniazda kamery decydować o wielkości obrazu, i tak obraz z kamery wideo, której wtyczka została umieszczona w pierwszym gnieździe - jest rejestrowany jako główny ekran zapisu wideo; natomiast sygnał z kamery, której wtyczka umieszczona jest w drugim gnieździe obudowy urządzenia - prezentowany jest jako obraz w obrazie (PIP) (rys. 7).



Rys. 7. Widok obrazu głównego przesyłany jest z kamery zamontowanej pod dachem samochodu Mitsubishi L200, natomiast PIP (obraz w obrazie) rejestruje widok drogi z kamery zamontowanej na szybie samochodu

4. BADANIA TERENOWE I DROGOWE UKŁADU PEBS Z ZAWOREM LSV

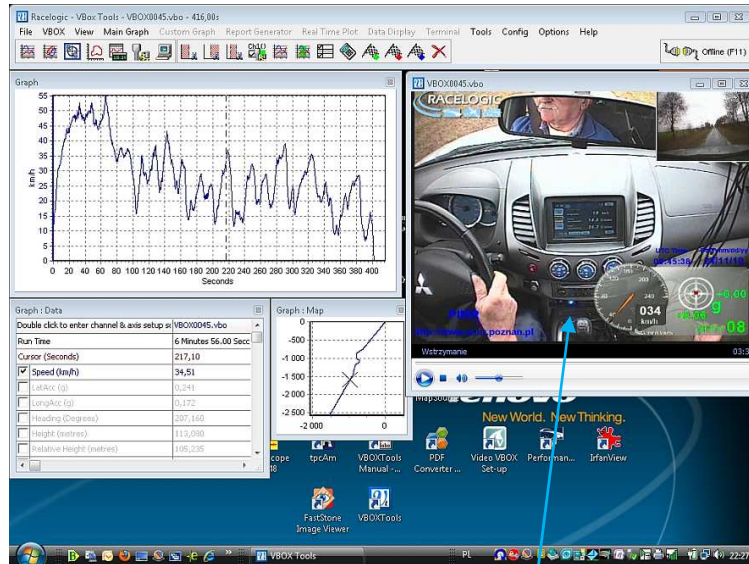
Na rysunku 8 i 9 przedstawiono zapisy przejazdu zestawu pojazdów LGN (samochód Mitsubishi L200 - naczepa GN2000) po najbardziej wyboistym odcinku trasy testowej PIMR-BE tj. pomiędzy wsią Babki a gospodarstwem rolnym w Głuszynie Leśnej.

Z lewej strony rys. 8 znajduje się wykres prędkości przejazdu zestawu LGN i czasu (oś x) na rys. 9 wykres prędkości w opcji długości odcinka przejazdu w metrach (oś x).

W każdej chwili dokonywania analizy przy użyciu programu VBOXTools, Racelogic - można zmienić parametry wykresu, uzupełnić wykres wartościami np. przyspieszeń poziomych wzdłużnych, przyrostów wysokości - a więc informacjami pomocnymi w analizie warunków przejazdów i precyzyjnej możliwości diagnozowania przyczyn zapalenia się lampki kontrolnej (niebieskiego koloru dioda LED) sygnalizującej pracę sprzężarek. Dioda ta znajduje się pod radiem, a na rysunkach 8 i 9 z lewej strony analogowego wskaźnika prędkości VBOX.

Wyniki uzyskane z przejazdów zestawem LGN po trasie testowej PIMR-BE pozwalają prześledzić i uszczegółwić dane zaobserwowane i pomierzone w trakcie wcześniejszych testów (stoper, licznik czasu pracy sprzężarek). Przeliczony czas pracy sprzężarek na godzinę jazdy zestawem pojazdów LGN z zamontowanym zaworem LSV wynosił 14 minut i był 4 minuty dłuższy w porównaniu do czasu ich pracy w wersji z zawieszeniem pneumatycznym.

Analiza czasu pracy sprzężarek pozwala stwierdzić, że zawór LSV w warunkach przejazdu po lepszej jakości drogach będzie znacznie mniej reagował na wstrząsy związane z jazdą w niewielkiej wysokości koleinach, garbach, załamaniach powierzchni i tym samym przy niewielkich wychyleniach układu dźwigni sterujących będzie znacznie mniej upuszcział powietrza ze zbiorników układu hamulcowego.



Rys. 8. Zapis danych przejazdu zestawu pojazdów na trasie testowej PIMR-BE, pod radiem widoczna dioda LED sygnalizująca pracę sprężarek układu hamulcowego PEBS



Rys. 9. Zapis kolejnego odcinka trasy, linia na wykresie wskazuje moment zatrzymania zapisu wideo, w chwili zapalenia się niebieskiego koloru diody LED

W styczniu 2011 roku w sprawdzono działanie zaworu LSV i jego współpracę z układem hamulcowym PEBS podczas przejazdu zestawu pojazdów LGN na trasie Poznań – Golinka k. Bojanowa - Poznań. W jedną stronę zestaw przewoził maszynę do zbioru wikliny plecionkarskiej, o masie około 1600 kg.

Podczas 232 km przejazdu zestawu LGN po drogach krajowych - sprzężarki pracowały 648 s , a więc około 10,5 minuty – co pozwala stwierdzić, że zamontowanie zaworu LSV w naczepach z zawieszeniem na resorach piórowych zapewnia poprawną współpracę z układem hamulcowym PEBS.

Uzyskane wyniki wskazują na celowość przebadania zaworu LSV w naczepach typu gęsia szyja z układem zawieszenia osi na wałkach gumowych lub też opracowanie w firmie WABCO nowych czujników elektrycznych (12V) sterujących pracą modulatora EBS-D.

5. WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych badań zestawów pojazdów podczas przejazdów terenowych i drogowych można sformułować następujące wnioski:

1. Badania zestawu pojazdów złożonego z samochodu Mitsubishi L200 oraz naczepy GN2000 z zawieszeniem osi na resorach piórowych potwierdziły możliwość sterowania układu hamulcowego PEBS zaworem LSV.
2. Jazda po wiejskich drogach lokalnych i polnych powoduje zwiększenie czasu pracy sprzężarek o około 4 minut w stosunku do 10 minut czasu pracy sprzężarek w naczepach z pneumatycznym układem zawieszenia.
3. Przejazdy po drogach krajowych wskazują na w prawidłową współpracę zaworu LSV z układem hamulcowym PEBS.
4. Celowym jest przebadanie zaworu LSV w naczepach typu gęsia szyja z układem zawieszenia na wałkach gumowych lub też opracowanie w firmie WABCO czujników elektrycznych sterujących pracą modulatora WABCO-EBS-D.
5. Urządzenie Racelogic Video VBOX pozwala zbierać dane GPS z przejazdów zestawami pojazdów a możliwość rejestracji wysokiej rozdzielczości kamerami wideo pozwala nie tylko na rejestrację obrazu drogi przed samochodem, ale także pozwala uzyskać dodatkowe informacje np. o pracy podzespołów, czy też o prowadzeniu naczepy podczas testów drogowych i terenowych badanego zestawu pojazdów.

6. BIBLIOGRAFIA

- [1] Projekt Badawczy Rozwojowy NR 10-0006-04/2008: System transportowy oparty na zastosowaniu nowych sposobów sprzęgania zestawów drogowych oraz innowacyjnym układzie sterowania hydraulicznych hamulców w holowanych pojazdach, 2008-2010.
- [2] Dubowski A. P. , Bręczewski J., Grzelak J., Rakowicz A., Pawłowski T., Weymann S., Zembrowski K.: Mitsubishi L200 - samochód badawczy PIMR i jego przystosowanie do sprzęgania naczep typu gęsia szyja, z nowym rodzajem sprzęgu kulowego oraz elektronicznym układem sterującym pracą hydraulicznych hamulców. Politechnika Radomska, Prace Naukowe "Transport" Nr 1/27/2009.

- [3] Dubowski A., Grzelak J., Pawłowski T., Rakowicz A.: Układ elektryczno-pneumatyczny do sterowania pneumatyczno-hydraulicznym zespołem wykonawczym i pracą hydraulicznych hamulców, zwłaszcza lekkich i średnich naczip i przyczep samochodowych. Zgłoszenie PIMR nr P.390980 [WIPO ST 10/C PL390980].
- [4] WABCO - http://www.wabco-auto.com/nc/pl/start_wabco ; LSV– automatic load sensing valve 475 713 .
- [5] Projekt Rozwojowy Nr 10-0006-04/2008 Zadanie 11. Badania terenowe (polowe, drogi nieutwardzone, drogi krajowe) zestawów pojazdów nowego systemu transportowego pod kątem poprawy warunków pracy, poprawy efektywności i kosztów przewozu towarów, poprawy ochrony środowiska naturalnego. Nr pracy 74/2008/BE/PR. Symbol ewid.: PIMR-7738.
- [6] Racelogic - <http://www.racelogic.co.uk/> .
- [7] Google Earth - <http://www.google.com/intl/pl/earth/index.html> .