

# UKŁAD HAMULCOWY PIMR-EBS W ZESTAWACH POJAZDÓW SAMOCHODOWYCH

ADAM P. DUBOWSKI<sup>1</sup>, ALEKSANDER RAKOWICZ, SYLWESTER WEYMANN,  
KRZYSZTOF ZEMBROWSKI, TADEUSZ PAWŁOWSKI, RADOSŁAW KARBOWSKI

## Streszczenie

W pracy przedstawiono schemat elektryczny nowego układu hamulcowego PIMR-EBS(PEBS) oraz ważniejsze jego części składowe. Omówiono generalnie zakres badań zestawów pojazdów samochodowych PIMR, które prowadzono w ramach projektu badawczego rozwojowego N R 10-0006-04/2008 i zilustrowano wynikami prób hamowania zestawu pojazdów złożonego z samochodu badawczego Mitsubishi L200 oraz naczepy PIMR N1(DMC 4,3t). Układ PEBS przystosowany jest do współpracy z naczepami/przyczepami wyposażonymi w układy zawieszenia na poduszkach powietrznych. W pracy przedstawiono sposób zabudowy dodatkowego zaworu mechaniczno-pneumatycznego, który umożliwi zastosowanie układu PEBS w pojazdach z zawieszeniem na resorach piórowych oraz na gumowych wałkach skrętnych. W trakcie prac związanych z serwisowaniem układów hamulcowych PEBS w zestawach pojazdów samochodowych PIMR, które są kontynuowane w 2011 roku - stwierdzono a) konieczność zastąpienia akumulatorów żelowych tradycyjnymi akumulatorami kwasowymi oraz b) zbyt zawodnych sprężarek powietrza produkowanych w Tajwanie - sprężarkami renomowanego producenta Thomas z USA. Nowy elektro-pneumatyczno-hydrauliczny układ hamulcowy PEBS ma także wszelkie szanse zastosowania w kategorii O3 naczepach typu gęsia szyja.

**Słowa kluczowe:** hamulec, system, elektryczny, pneumatyczny, hydrauliczny, homologacja, lekki samochód skrzyniowy, naczepa typu gęsia szyja

## 1. Wstęp

Prowadzone w Przemysłowym Instytucie Maszyn Rolniczych (PIMR) w Poznaniu prace badawczo-rozwojowe nad poprawą jakości i bezpieczeństwa transportu w sektorze rolniczym i leśnym pozwoliły na opracowanie nowego układu hamulcowego PIMR-EBS (PEBS) [1] i dokonanie zgłoszenia patentowego [2]. Prace badawczo-rozwojowe układów PEBS były realizowane w ramach projektu rozwojowego nr N R10 0006 04/2008 [3] i miały na celu sprawdzenie ich funkcjonalności, skuteczności i niezawodności działania w testach drogowych i terenowych pojazdów badawczych. W ramach prac projektowych przeprowadzono także badania homologacyjne zgodności układu PEBS z obowiązującymi w Europie dyrektywami. Przeprowadzone badania homologacyjne przyczepy i naczepy kategorii O2 potwierdziły prawidłowość działania opracowanych w PIMR nowych

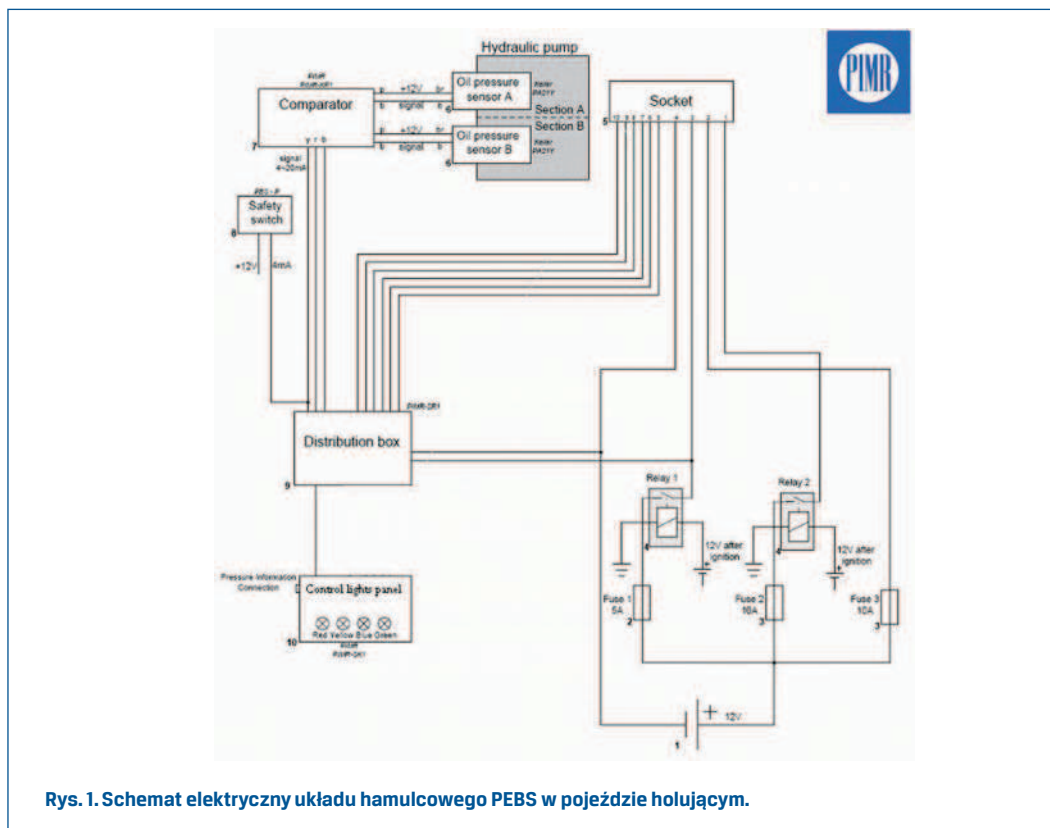
<sup>1</sup> Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych, 60-963 Poznań, ul. Staroleścka 31, ad@man.poznan.pl, ad@pimr.poznan.pl, tel. +48 61 8712 230, tel. +48 601 453 602

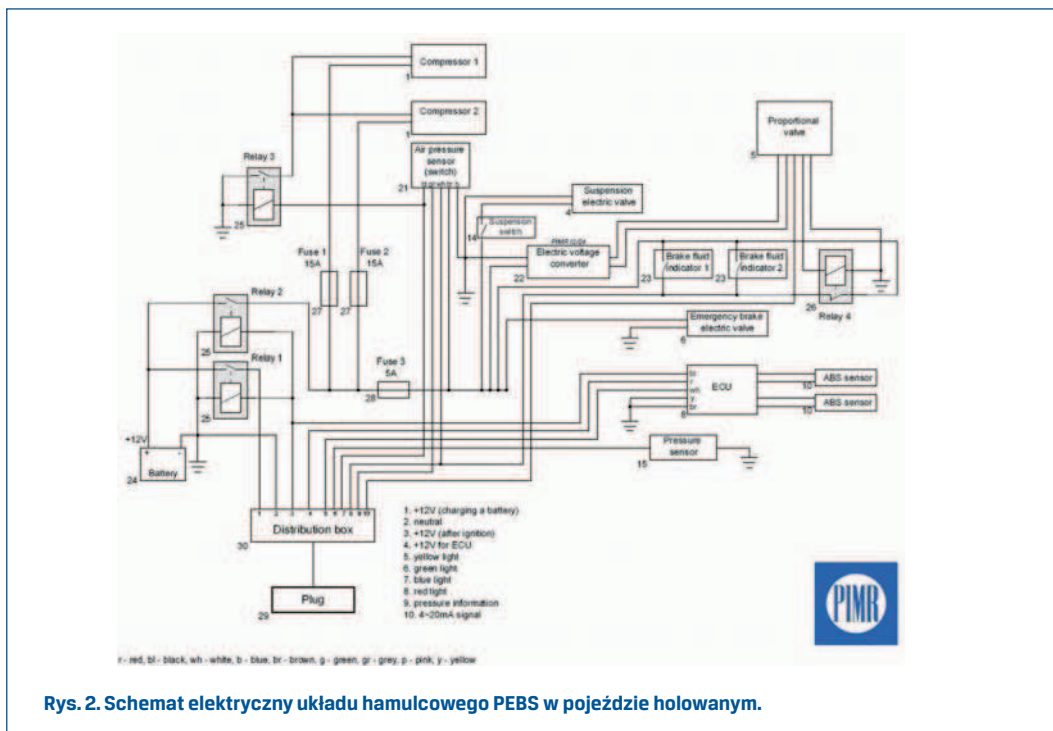
układów hamulcowych i zakończyły się wydaniem stosownych świadectw homologacyjnych [4,5]. Badania układu PEBS, który zamontowano w naczepie/przyczepie kategorii O3 (DMC 10 t) potwierdziły prawidłowość jego pracy podczas przejazdów drogowych i pozwalają stwierdzić, że ma on wszelkie szanse zastosowania także w średniej wielkości naczepach typu gęsia szyja o DMC do 12t (do 10t na osi zawieszenia i do 2 t na kuli zaczepu). Obecnie masowy udział tworzyw sztucznych w budowie pojazdów wynosi średnio 15-20%. W aktualnie produkowanym BMW 3 stosuje się na przykład ok. 21 % tworzyw sztucznych, co w szczególności przedstawiono na rysunku 1.

## 2. Opis układu hamulcowego PEBS

Układ hamulcowy PEBS stanowi hybrydę konstrukcyjną złożoną z elementów układów: elektrycznego, pneumatycznego i hydraulicznego [6]. Na rysunkach i 2 przedstawiono schematy elektryczne układu PEBS, którego elementy montowane są w pojeździe holującym (rys. 1) oraz w pojeździe holowanym (rys. 2).

W pojeździe holującym znajdują się dwa elektryczne przetworniki ciśnienia (Keller PA21Y) montowane na obwodach hydraulicznych pompy hamulcowej [rys. 3]. Stosownie





do zmian ciśnienia płynu hamulcowego przetworniki ciśnienia przekazują sygnały prądowe (0-20mA) do komparatora [rys. 4], który porównuje ich wielkość i następnie przesyła większy sygnał prądowy do części układu PEBS zamontowanej na pojeździe holowanym.





**Rys. 4. Widok komparatora sygnałów prądowych z przetworników ciśnienia płynu hamulcowego obwodów pompy hamulcowej pojazdu holującego.**

W kabinie kierowcy pojazdu holującego znajduje się panel kontrolny z kolorowymi lampkami LED [rys. 5]. Lampka kontrolna koloru czerwonego informuje o zbyt niskim ciśnieniu (poniżej 4,5 bara) w roboczym zbiorniku powietrza, zbyt niskim poziomie płynu hamulcowego oraz braku zasilania zaworu proporcjonalnego. Lampka żółta informuje o błędzie modulatora EBS i ciśnieniu w roboczym zbiorniku powietrza poniżej 4,5 bara. Lampka koloru zielonego informuje o prawidłowej pracy układu roboczego pojazdu holowanego a dodatkowo zamontowana lampka koloru niebieskiego o załączeniu i pracy sprężarek powietrza.

Sygnał elektryczny z komparatora jest w pojeździe holowanym przekształcany w zaworze proporcjonalnym na stosownej wielkości ciśnienie powietrza, które steruje pracą



**Rys. 5. Widok panelu z lampkami kontrolnymi LED, obok czerwony przycisk hamulca bezpieczeństwa, powyżej przycisku - licznik czasu pracy sprężarek w naczepie/przyczepie.**

modulatora EBS. W zależności od ciśnienia powietrza w miechach powietrznych układu zawieszenia oraz sygnałów z czujników ABS usytuowanych stronami po lewej i prawej stronie naczepy/przyczepy modulator zasila odpowiednio skorygowanym ciśnieniem powietrza dwa przekształtniki pneumatyczno-hydrauliczne. W przekształtnikach, które zasilane są osobnymi przewodami pneumatycznymi ciśnienie powietrza jest przekształcane na ciśnienie hydrauliczne w niezależnych obwodach znajdujących się po prawej i lewej stronie pojazdu. Płyn hydrauliczny aktywuje hamulce hydrauliczne kół naczepy/przyczepy. System sparametryzowany jest w ten sposób, że maksymalne wciśnięcie pedału hamulca w samochodzie odpowiada  $5,25 \pm 0,05$  bara ciśnienia sterującego za zaworem proporcjonalnym.

Układ przeciwblokujący pracuje w ten sposób, że modulator EBS analizuje prędkości obrotowe kół osi 2. i umożliwia niezależne modulowanie ciśnienia w siłownikach hamulcowych obu osi, gdy koła sensorowane wykazują tendencję do blokowania. Dodatkową korzystną cechą układu jest funkcja, która zapobiega wywróceniu pojazdu w sytuacji, gdy podczas pokonywania zakrętu na drodze kierowca nie zredukował wystarczająco prędkości.

Hamulec automatyczny – awaryjny włącza hamulec naczepy/przyczepy w przypadku niezamierzonego rozłączenia pojazdów zestawu. Zanik napięcia na zaworze bezpieczeństwa spowoduje podanie przez niego ciśnienia powietrza do przekształtnika, przez modulator EBS, i zahamowanie przyczepy z ciśnieniem około 2,5 bara (około 50% ciśnienia nominalnego w zbiorniku roboczym).

Układ PEBS jest także wyposażony w hamulec bezpieczeństwa, który jest uruchamiany elektrycznie przyciskiem bezpieczeństwa z miejsca kierowcy [rys. 3]. Wciśnięcie przycisku bezpieczeństwa powoduje podanie sygnału elektrycznego do zaworu proporcjonalnego i uruchomienie układu hamowania naczepy/przyczepy nawet w przypadku awarii hydraulicznego układu hamowania pojazdu holującego. Sygnał elektryczny jest podawany tylko w czasie, gdy przycisk bezpieczeństwa jest wciśnięty i przytrzymany w tym położeniu przez kierowcę.

Instalacja pneumatyczna składa się z dwóch sprężarek powietrza, które niezależnie zasilają główny zbiornik powietrza i które włączają się przy ciśnieniu 6 bar, natomiast wyłączają się po przekroczeniu ciśnienia 8 bar w zbiorniku głównym ( $2 \times 4,6 \text{ dcm}^3$ ). Ze zbiornika głównego przez zawór redukcyjny jest zasilany ciśnieniem 5,25 bara zbiornik roboczy ( $4,6 \text{ dcm}^3$ ). W kabinie kierowcy w bezpośrednim sąsiedztwie panelu z lampkami kontrolnymi, obok przycisku hamulca bezpieczeństwa, umieszczono licznik godzin pracy sprężarek w naczepie/przyczepie połączonej z samochodem [rys. 5].

Dla potrzeb diagnostyki i serwisowania układu hamulcowego PEBS w przedniej części naczepy umieszczono złącza kontrolne [rys. 6].

Układ hamulcowy PEBS został zaprojektowany z myślą o zastosowaniu w pojazdach rolniczych i leśnych, które pracują w bardzo trudnym terenie. Takie pojazdy powinny ułatwiać prace transportowe i cechować się dużą niezawodnością działania i łatwością dokonywania prac serwisowych. Stąd też konstrukcja układu PEBS złożona jest np. z dwóch przetworników ciśnienia na pompie hamulcowej samochodu, z dwóch sprężarek, których

**Od lewej strony:**

- złącze 1 – kontrola ciśnienia powietrza sterującego modulatora EBS
- złącze 2 – kontrola ciśnienia powietrza w układzie zawieszenia
- złącze 3 – kontrola ciśnienia powietrza w siłowniku przekształtnika pneumatyczno hydraulicznego
- złącze 4 – kontrola ciśnienia powietrza w zbiorniku głównym
- złącze 5 – elektryczne złącze kontrolne elektroniki modulatora EBS

**Rys. 6. Usytuowanie złączy kontrolnych w przedniej części naczepy PIMR N1.**

obwody od strony zbiornika głównego są zabezpieczone zaworami jednokierunkowymi; w każdym z przekształtników pneumatyczno-hydraulicznych zastosowano dwusekcyjne pompy hamulcowe, i w każdej z pomp oba obwody są ze sobą połączone. W przypadku awarii jednej z sekcji obwodu pompa druga, dobra, nadal zasila ciśnieniem hydraulicznym hamulce hydrauliczne naczepy/przyczepy.

Model układu hamulcowego PEBS był także wyposażony w dwa akumulatory żelowe (14Ah), które były umieszczone w zamkniętej przestrzeni w przypadku przyczepy utworzonej z dna owalnego kształtu zbiornika głównego i pokrywy lub też w przypadku naczep kategorii O2 i O3 w niewielkich rozmiarów skrzyni wykonanej z tworzywa sztucznego, umieszczonej bezpośrednio za tylną osią nośną naczepy. Takie usytuowanie skrzyni umożliwia stosunkowo łatwy dostęp do elementów i podzespołów układu hamulcowego, w kolejnych wersjach zabudowy układu PEBS planuje się takie zaprojektowanie elementów wsporczych, by dostęp i prace serwisowe były dużo łatwiejsze i nie wymagały niepotrzebnego demontażu innych elementów.

Widok układu hamulcowego PEBS zamontowanego w przyczepie przedstawiono na rysunku 7, natomiast w naczepie na rysunku 8.





Rys. 7. Układ PEBS na przyczepie PIMR P1 (stan z marca 2010) z akumulatorami żelowymi wewnątrz przestrzeni utworzonej z rury zbiornika głównego.



Rys. 8. Układ PEBS zamontowany w naczepie PIMR N1, lewej strony widoczny zbiornik główny (2 x 4,6 dcm<sup>3</sup>).

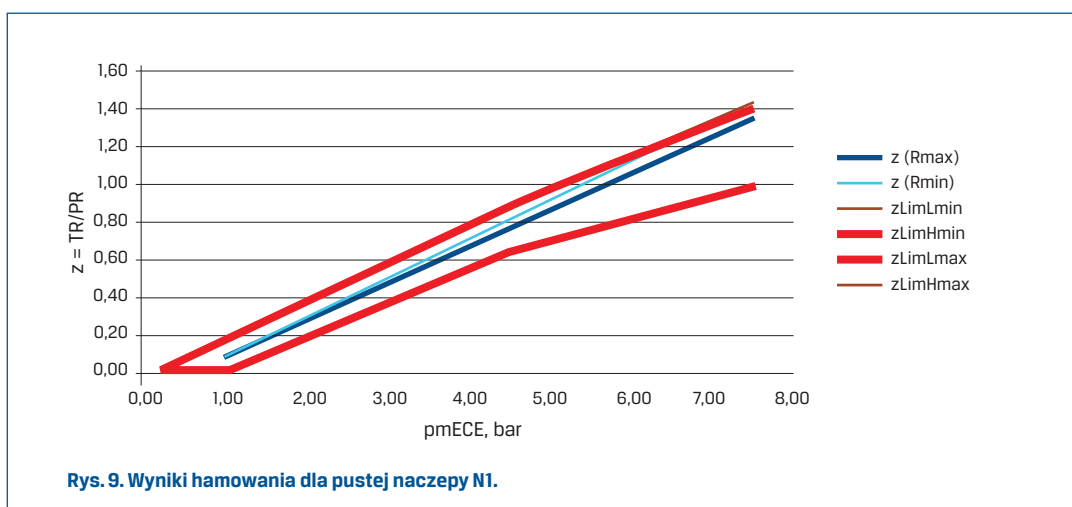
Zaletą zwartej zabudowy elementów układu hamulcowego, zwłaszcza niewielkich odcinków przewodów powietrznych łączących ze sobą podzespoły pneumatyczne jest bardzo krótki czas reakcji, który dla części pneumatycznej układu wynosi 0,25 s; natomiast czas reakcji od naciśnięcia pedału hamulca w samochodzie do uzyskania w przewodach hydraulicznych maksymalnego ciśnienia 125 bar wynosi 0,30 s. i jest dużo krótszym czasem reakcji - w porównaniu do wcześniej badanego układu hamulcowego Sense A Brake z Nowej Zelandii, czy też do czasów reakcji: siłownika przedniej osi (0,62-0,77s) i siłownika tylnej osi (0,65-0,84s) zasilanych z jednoprzewodowego pneumatycznego układu hamulcowego stosowanego nadal w przyczepach rolniczych w Polsce [7].

Układ hamulcowy PEBS spełnia wymagania określone Dyrektywą 72/245\* 2006/28EC [8], przy czym badania dotyczące elektromagnetycznej zgodności pracy układu zostały wykonane w firmie VTUPV [9], na zlecenie Idiada, Spain/Poland [10].

## 2. Badania zestawów pojazdów z układem hamulcowym PEBS

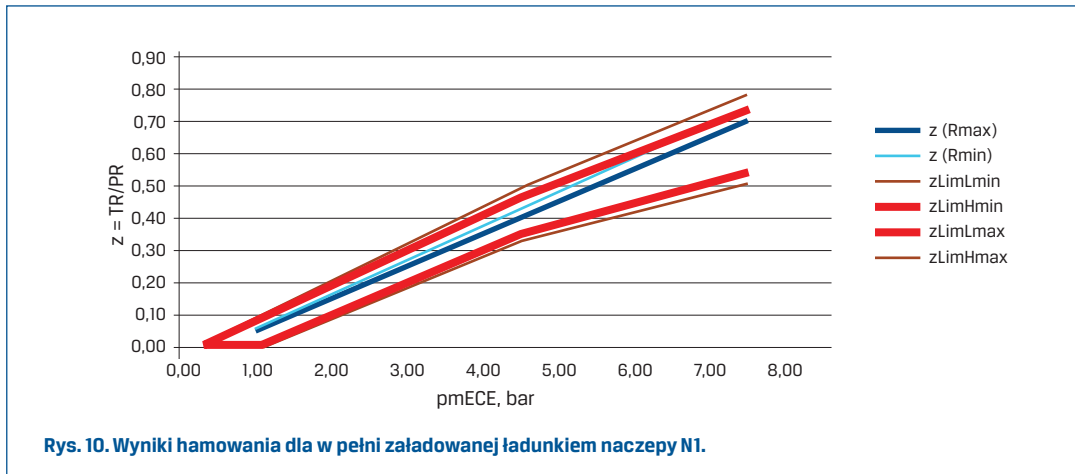
Nowy układ hamulcowy PEBS zamontowano w pojazdach badawczych zbudowanych bądź zmodernizowanych w ramach prac projektu rozwojowego [3]. Badania homologacyjne przyczepy kategorii O2 PIMR P1 prowadzono od listopada 2009 do marca 2010 roku, natomiast naczepę PIMR N1 przebadano w połowie 2010 roku. Wyniki skuteczności hamowania dla pustej naczepy N1 przedstawiono na rys. 9 natomiast dla naczepy w pełni obciążonej ładunkiem na rys. 10.

Dwoma pozostałymi pojazdami badawczymi była naczepa GN5000 (na bazie podwozia GN2000), w której zamontowano 5t oś nośną, zawieszoną na resorach piórowych, z hamulcami tarczowymi i bębnowymi hamulcami parkingowymi (IVECO DAILY 65C) oraz naczepa/przyczepa kategorii O3. Ramy nośne, dla obu kategorii, zaprojektowano jako jedną uniwersalną ramę dla naczepy i przyczepy co pozwalało prowadzić w sposób ciągły badania



Rys. 9. Wyniki hamowania dla pustej naczepy N1.



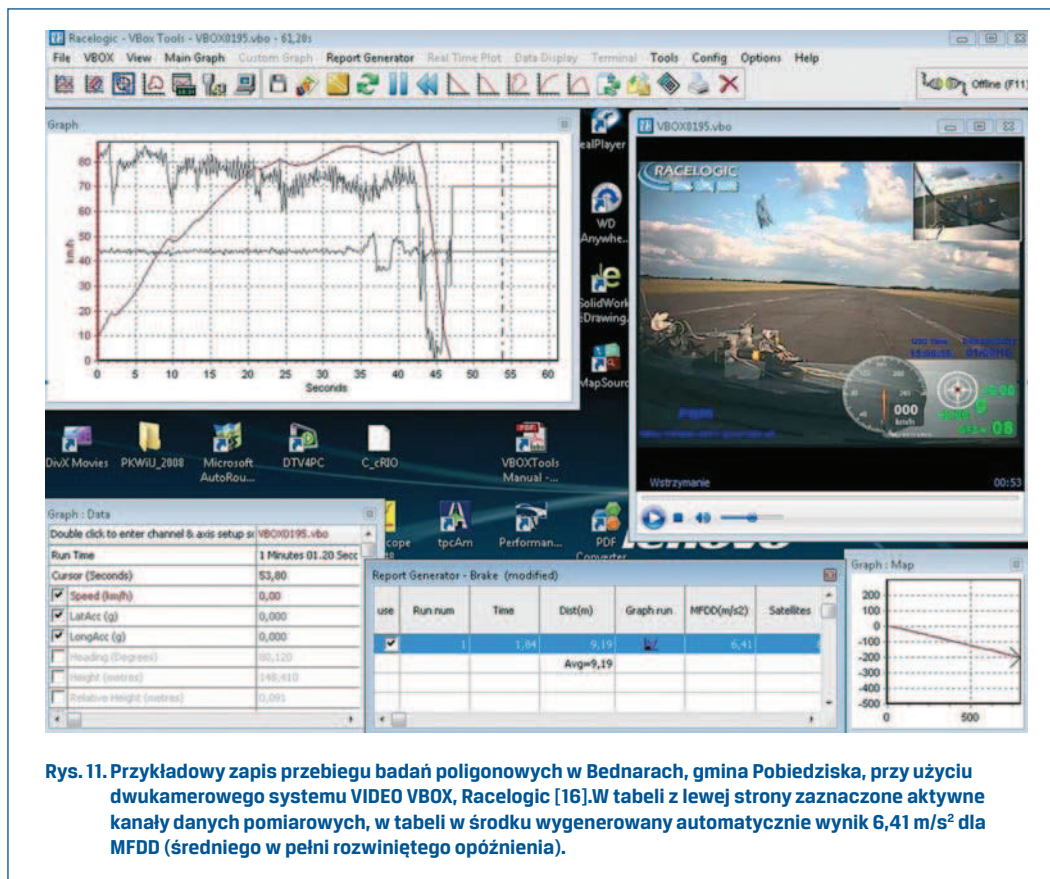


funkcjonalne, terenowe i trwałościowe podwozia i układu hamulcowego – bez względu na typ stosowanego dyszla typu gęsia szyja lub dyszla w wersji klasycznej.

Istotną trudnością okazało się zamontowanie dodatkowych hamulców parkingowych w importowanych osiach z firmy Dexter Axle, USA [11] z hydraulicznymi hamulcami tarczowymi z firmy Kodiak, USA [12]. W USA nie ma obowiązku wyposażania w takie hamulce pojazdu, jedynie obowiązuje wymóg, by hamulec zasadniczy był po zatrzymaniu pojazdu zahamowany, przez co najmniej 15 minut, czyli na czas potrzebny do zabezpieczenia kół klinami.

W użyczonym przez firmę JMR Boopark [13] wózku podwoziowym na każdej osi zawieszenia o nośności 1780kg były zamontowane zaciski hydraulicznego zasadniczego układu hamulcowego oraz na tylnej osi dodatkowe zaciski hamulca parkingowego z firmy Kodiak, jednak natrafiono na trudności w znalezieniu elektrycznych czujników sygnalizujących wielkość ładunku przewożonego na naczepie/przyczepie, które mogłyby współpracować z modulatorem EBS i którego wymiary umożliwiały łatwą zabudowę w lekkich naczepach/przyczepach. Zrezygnowano z badań tego wózka podwoziowego z układem PEBS – do czasu opracowania lub przekonstruowania układu zawieszenia na układ z miechami powietrznymi.

Dla potrzeb badań układu hamulcowego PEBS postanowiono przekonstruować osie o nośności 1800 kg z hydraulicznymi hamulcami bębnowymi oraz czujnikami ABS, które dla wcześniej prowadzonych badań użyczyła firma KNOTT [14]. Sztynne osie w układzie tandem umieszczono na wahaczach z miechami powietrznymi w przyczepie PIMR P1 (DMC 3400kg) oraz naczepie PIMR N1 (DMC 4300kg, w tym 800 kg na sprzęgu kulowym, a 3500 kg na osiach nośnych). W tej konfiguracji testowano pojazdy zarówno podczas badań homologacyjnych jak i próbach drogowych i terenowych. Badania układu hamulcowego prowadzone podczas przejazdów drogowych jak również podczas badań poligonowych naczepy GN5000, na pasie startowym lotniska w Bednarach, koło Poznania wykazały zalety łatwości kierowania, manewrowania, poruszania się z prędkościami rzędu 100 km/h



nowymi zestawami drogowymi i skutecznego przy czym w pełni bezpiecznego hamowania [15]. Przykładowy zapis przebiegu badań poligonowych przedstawiający manewr podwójnej zmiany pasa ruchu (ISO TR 3888) oraz hamowania zestawem pojazdów badawczych przedstawiono na rysunku 11.

Prawidłową współpracę układu hamulcowego PEBS zamontowanego na naczepie GN5000 z 5t osiá IVECO rozwiązano montując dodatkowy zawór LSV. Jego mechaniczno-pneumatyczny mechanizm poprzez zmianę ciśnienia powietrza sygnalizował zmiany wielkości ładunku przewożonego na naczepie i tym samym umożliwił odpowiednią korekcję siły hamowania [rys. 12][17].

Badania naczepy/przyczepy kategorii O3 ograniczono do przejazdów drogowych w zestawie z samochodem badawczym Mitsubishi L200, gdyż konieczność zbudowania modelu opracowanego w PIMR nowego układu hamulcowego spowodowała znaczne utrudnienia w przyjętym do realizacji harmonogramie projektu. Podobnie jak w przypadku naczepy GN5000 również w naczepie PIMR-O3 zamontowano zawór LSV, przy czym umieszczono go przed przednią osiá zawieszenia, na środku łącznika umocowanego do obu wahaczy



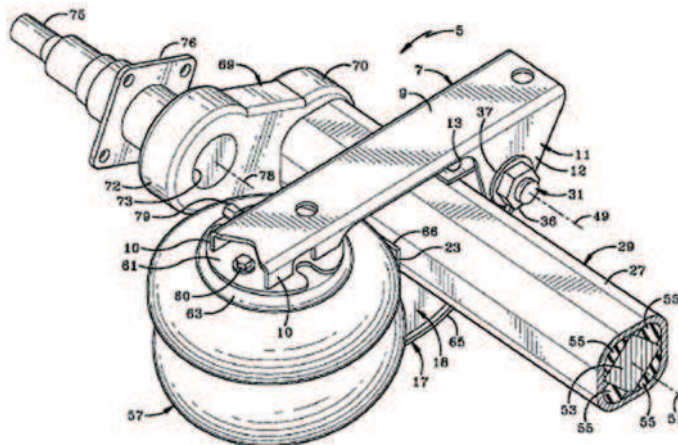
Rys. 12. Zawór LSV w naczepie GN5000.



Rys. 13. Zawór LSV w naczepie 03.

[rys. 13]. W trzecim kwartale 2011 roku PIMR zakupił samochód IVECO Daily 35S17 z myślą o zamontowaniu w nim wspornika zaczepu kulowego o średnicy kuli 60 mm dla sprzęgania nowej generacji kategorii 03 naczep typu gęsia szyja z zamontowanych w nich układem hamulcowym PEBS i kontynuacji dotychczasowych prac.

Problemem do rozwiązania jest opracowanie nowego wspornika dla mechanizmu zaciskowego umożliwiającego zahamowanie naczepy podczas jej postoju lub zastosowanie całkowicie nowego rozwiązania technologicznego AIRFLEX™ firmy DEXTER AXLE, która od 2010 roku oferuje nowy system osi zawieszenia – patent [18], [rys. 14].



Rys. 14. Rysunek z patentu No. US 7,726,674 (FIG-3) przedstawiający koncepcję nowego układu zawieszenia jaki opracowano w firmie Dexter Axle dla osi zawieszenia o nośności 2,45 ÷ 4,45 t.

Istota tego rozwiązania polega na umieszczeniu na wahaczach z zawieszeniem pneumatycznym – osi z wahaczami na gumowych wałkach skrętnych. Hybrydowo zawieszono osie są wyposażone w bębnowe hydrauliczne hamulce, czujniki ABS i hamulcem parkingowym.

### 3. Zmiany wprowadzone w układzie PEBS po badaniach w PIMR

W wykonanych do końca 2010 roku badaniach układy hamulcowe PEBS pracowały prawidłowo. System dublowania podzespołów okazał się dobrym rozwiązaniem, hamulce pracowały i zapewniały bezpieczny transport, mimo że podczas jednego z przejazdów drogowych stwierdzono awarię sprężarki. Podczas bieżących przeglądów stwierdzono zakłócenia w pracy kolejnych sprężarek z firmy All First Corp. [19] i zastąpiono je nowymi z tej samej firmy. Po kolejnych wymianach stwierdzono konieczność zastąpienia awaryjnych sprężarek - dobrej klasy sprężarkami z firmy Thomas, USA [20]. Układy hamulcowe PEBS ze sprężarkami produkcji firmy Thomas, które wymontowano z wcześniej badanych układów Sens A Brake - pracują bez awarii i w dodatku o kilkanaście sekund szybciej napełniają zbiorniki sprężonym powietrzem, przy czym pracują ciszej od sprężarek produkcji z Tajwanu.

Badania prowadzone na przełomie 2010/11 roku wykazały konieczność zastąpienia dwóch żelowych akumulatorów jednym klasycznym akumulatorem. W trakcie długotrwałych postojów na otwartym powietrzu żelowe akumulatory częściowo się rozładowały, a w jednym z akumulatorów, który w okresie zimowym nie był podładowany, stwierdzono uszkodzenie czterech ścian obudowy. Zastąpienie żelowych akumulatorów (14Ah) - klasycznym akumulatorem (44Ah) ułatwiło zdecydowanie obsługę układu PEBS, jedyną niedogodnością

jest konieczność umieszczenia większego gabarytowo akumulatora poza obudową skrzyni, choć być może takie odizolowanie obwodów elektrycznych i podzespołów elektronicznych od sąsiedztwa ew. oparów z akumulatora - zapewni jego większą niezawodność pracy w dłuższym okresie użytkowania pojazdów.

#### 4. Podsumowanie badań układu hamulcowego PEBS

1. Układ hamulcowy PEBS zamontowany w pojazdach kategorii O2 uzyskał świadectwo homologacyjne dla naczepy (DMC 4300kg) i przyczepy (DMC 3400kg).
2. Hybrydowa budowa układu PEBS zapewnia prostotę (Brake-By-Wire) sterowania sygnałem elektrycznym, znaczne skrócenie czasu reakcji podzespołów pneumatycznych i łatwość zabudowy przewodów hydraulicznych w pojazdach holowanych.
3. Zmiany wprowadzone w wyposażeniu podzespołów, zwłaszcza zastosowanie nowych sprzężarek wyraźnie wpłynęło na poprawę jakości pracy i niezawodności działania układu PEBS.
4. Zastosowanie systemu Airflex™ w naczepach kategorii O2 i O3 powinno zapewnić niezawodną współpracę zawieszenia pneumatycznego z modulatorem EBS, zapewnić lepszy komfort jazdy, wpłynąć na poprawę bezpieczeństwa transportu przez zastosowanie zintegrowanej, zwartej konstrukcji hydraulicznych bębnowych hamulców, z hamulcem postojowym i czujnikami ABS.
5. Zastosowanie bębnowych hamulców w nowej generacji naczep może poprawić bezpieczeństwo i trwałość eksploatacji w warunkach rolniczego i leśnego transportu.
6. Doświadczenie zdobyte podczas eksploatacji układu PEBS w naczepach i przyczepach kategorii O2 powinno ułatwić przeprowadzenie badań homologacyjnych naczep kategorii O3. W obecnej chwili dokumenty Regulaminu 13 nie uwzględniają w swych aneksach budowy podobnych hybrydowych układów hamulcowych dla średniej wielkości naczep. Wymagają proporcjonalnego sterowania sygnałami: elektrycznym i pneumatycznym, chociaż wydaje się że homologowane dotąd układy hamulcowe nie spełniają warunku proporcjonalnego sterowania sygnałem elektrycznym.

#### 5. Literatura

- [1] DUBOWSKI, A. P., GRZELAK, J., PAWŁOWSKI, T., RAKOWICZ A., WEYMANN S., ZEMBROWSKI, K.: *Nowy elektro-pneumatyczno-hydrauliczny układ hamulcowy dla lekkich i średnich zestawów drogowych*. VII Konferencja Naukowo-Techniczna: „Logistyka, Systemy transportowe, Bezpieczeństwo w transporcie”, LOGITRANS 2010, Politechnika Radomska, Logistyka-nauka, artykuły recenzowane , czasopismo Logistyka nr 2/2010.
- [2] 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 naczep i przyczep samochodowych*. Zgłoszenie PIMR nr P.390980 [WIPO ST 10/C PL390980].



- [3] Projekt rozwojowy nr N R10 0006 04/2008: pt.: *System transportowy oparty na zastosowaniu nowych sposobów sprzęgania zestawów drogowych oraz innowacyjnym układzie sterowania hydraulicznych hamulców w holowanych pojazdach.*
- [4] E9-13R-11.1264 – *Świadectwo typu dla pojazdu kategorii O2 dla przyczepy PIMR P1* (Report No. F1003023 - Test of vehicle braking systems. Regulation No. 13.11).
- [5] E9-13R-11.1775 – *Świadectwo typu dla pojazdu kategorii O2 dla naczepy PIMR N1* (Report No. PL 20107006 - Test of vehicle braking systems. Regulation No. 13.11),
- [6] DUBOWSKI, A. P., GRZELAK, J., PAWŁOWSKI, T., RAKOWICZ, A., WEYMANN, S., ZEMBROWSKI, K.: *Nowy elektro-pneumatyczno-hydrauliczny układ hamulcowy dla lekkich i średnich zestawów drogowych.* VII Konferencja Naukowo-Techniczna: „Logistyka, Systemy transportowe, Bezpieczeństwo w transporcie”, LOGITRANS 2010, Politechnika Radomska, Logistyka-nauka, artykuły recenzowane, czasopismo Logistyka nr 2/2010.
- [7] MIETLUK, M.; KAMIŃSKI, Z.: *Analiza procesów przejściowych w pneumatycznym układzie ciągnika i przyczepy.* II Międzynarodowa Konferencja Naukowo Techniczna MOTROL'99 pt. "Motoryzacja i energetyka". 1999, WAR -Lublin, ISBN 83 86761 93 8, str. 216-223.
- [8] Dyrektywa Nr 72/245\*2006/28/EC Annex IV *Method of measurement of radiated broadband electromagnetic emission from vehicles.* Annex V *Method of measurement of radiated narrowband electromagnetic emission from vehicles,* Annex Vi relating to radio interference (electromagnetic compability) of vehicles
- [9] Vojensky Technicky Ustav Pozemniho Vojsk, Vyskov, Czechy: Technology Testing Department, Testing Laboratory No. 1103.
- [10] IDIADA – <http://www.idiada.es>
- [11] Dexter Axle – <http://www.dexteraxle.com/>
- [12] Kodiak Trailer Components – <http://kodiaktrailer.com/>
- [13] JMR BOOPARK – <http://www.jmrtrading.nl/>
- [14] KNOTT POLSKA – <http://www.knott.pl/>
- [15] DUBOWSKI, A. P., MAC, J., WOJCIECHOWSKI, J., ŚLASKI, G.: *Wykorzystanie systemu Racelogic Video VBOX w badaniach nowego zestawu pojazdów.* VIII Konferencji Naukowo-Technicznej Logistyka, Systemy transportowe, bezpieczeństwo w transporcie LogiTrans w Szczyrku 12-15 kwietnia 2011, CD Logistyka 3/2011;
- [16] Racelogic: <http://www.racelogic.co.uk/>
- [17] DUBOWSKI A. P., RAKOWICZ A., KARBOWSKI R., WEYMANN S., ZEMBROWSKI K.: *Sterowanie układu hamulcowego PIMR-EBS zaworem LSV montowanym w naczepie typu gęsia szyja.* VIII Konferencji Naukowo-Technicznej Logistyka, Systemy transportowe, bezpieczeństwo w transporcie LogiTrans w Szczyrku 12-15 kwietnia 2011, CD Logistyka 3/2011.
- [18] Patent : No. US 7,726,674 B2 Suspension assembly
- [19] All First Corp. – <http://www.allfirst.com.tw/content/index.php>
- [20] Rietschle Thomas – <http://www.garenpost.com.pl/>