

Stanisław KOZIOŁ¹
Eugeniusz MATRAS
Andrzej ZBROWSKI
Tomasz SAMBORSKI

KONCEPCJA ZESTAWU APARATURY DO BADANIA STATECZNOŚCI I BEZPIECZEŃSTWA SAMOCHODÓW Z URZĄDZENIAMI RATOWNICTWA WYSOKOŚCIOWEGO

W artykule przedstawiono założenia techniczne i funkcjonalne modułowego zestawu aparatury do badania stateczności, sztywności i bezpieczeństwa samochodów z zainstalowanymi na nich urządzeniami ratownictwa wysokościowego – drabinami automatycznymi i podnośnikami hydraulicznymi. Opisano funkcje, właściwości i zastosowanie poszczególnych modułów pomiarowych i pomocniczych, strukturę i sposób działania systemu sterowania badaniami oraz bezprzewodową łączność składników systemu. Zestaw będzie przeznaczony głównie do badań dopuszczających urządzenia ratownictwa wysokościowego do użytkowania w jednostkach Straży Pożarnej.

THE CONCEPT OF A SET OF APPARATUS FOR TESTING STABILITY AND SAFETY OF VEHICLES EQUIPPED WITH AERIAL APPARATUS

The article presents technical and functional modules of a set of apparatus for testing stability, rigidity and safety of vehicles equipped with aerial apparatus such as automated ladders and hydraulic platforms. The functions, properties and application of each measurement and auxiliary module is described. Also presented is the structure and the principle of operation of the system for the control of tests and for wireless communication of the components of the system. The set of apparatus is intended for certification testing the aerial apparatus for use by the Fire Departments.

1. WSTĘP

Do prowadzenia akcji ratowniczych i gaśniczych w wysokich budynkach i innych obiektach o znacznej wysokości jednostki straży pożarnej są wyposażane w specjalne pojazdy z zainstalowanymi na nich urządzeniami ratownictwa wysokościowego. Należą do nich przede wszystkim półautomatyczne i automatyczne drabiny oraz podnośniki hydrauliczne. Budowa takich pojazdów polega zazwyczaj na zainstalowaniu na podwoziu

¹Wszyscy autorzy: Instytut Technologii Eksploatacji-PIB; 26-600 Radom; ul. Pułaskiego 6/10. Tel: 48 3644241; e-mail: instytut@itee.radom.pl

odpowiednio dobranego samochodu ciężarowego układów mechanicznych, hydraulicznych i elektronicznych tworzących urządzenie wysokościowe. Transportowanie za ich pomocą w górę i w dół ratowników wraz z odpowiednim sprzętem stwarza możliwość prowadzenia skutecznych akcji gaśniczych i ewakuacji osób poszkodowanych z wysokich obiektów. Na rysunkach nr 1 i 2 przedstawiono zdjęcia przykładowych samochodów z drabiną automatyczną i podnośnikiem hydraulicznym. Ze względu na konieczność zapewnienia odpowiedniej efektywności działań i bezpieczeństwa ratowników, osób ratowanych i otoczenia, pojazdy z urządzeniami ratownictwa wysokościowego muszą spełniać określone wymagania. Należą do nich przede wszystkim:

- możliwość szybkiego dojazdu do miejsca zdarzenia z uwzględnieniem poruszania się po terenie nieutwardzonym i powierzchniach o znacznym nachyleniu,
- krótki czas przygotowania do działania i odpowiednia szybkość realizacji ruchów roboczych,
- odpowiednia sztywność i wytrzymałość na obciążenia osobami biorącymi udział w akcji i sprzętem,
- niezawodne działanie automatycznych systemów zabezpieczających i monitorujących stateczność pojazdów i urządzeń podczas działania,
- zdolność do nieprzerwanej pracy w określonym czasie w różnych warunkach klimatycznych.

Spełnienie tych wymagań jest weryfikowane w trakcie standardowych badań drabin lub podnośników, których wyniki stanowią podstawę dopuszczenia tych urządzeń do stosowania w systemie bezpieczeństwa powszechnego [1].



Rys.1. Drabina automatyczna MAGIRUS na podwoziu samochodu IVECO (www.flamis.pl)

2. BADANIA DRABIN AUTOMATYCZNYCH I PODNOŚNIKÓW HYDRAULICZNYCH

Pojazdy ratownictwa wysokościowego ze względu na swą konstrukcję charakteryzują się wysoko umieszczonym środkiem masy, co stwarza zagrożenie utraty stateczności podczas jazdy na łukach drogi i po powierzchniach pochyłych. Powoduje to ograniczenie prędkości, z jaką mogą się poruszać i zdolności pokonywania wzniesień [2, 3]. Dążenie do osiągnięcia jak największych nośności, zasięgu w kierunku pionowym oraz wysięgów

bocznych przy jednoczesnym zapewnieniu możliwie dużej dynamiki ruchów roboczych powoduje, że na pojazd podczas pracy działają bardzo duże momenty sił ciężkości i bezwładności zagrażające jego przewróceniem. W związku z tym, celem standardowych badań, którym podlegają jest sprawdzenie, czy konstrukcja oraz zastosowane układy zabezpieczające i sterowania zapewniają w wymaganym stopniu ich bezpieczeństwo.



Rys.2. Podnośnik hydrauliczny BUMAR na podwoziu samochodu MAN

Badania powinny być przeprowadzane zgodnie z odpowiednimi normami [4, 5, 6, 7], które przewidują przeprowadzenie ponad 40 różnych testów dotyczących wszystkich rozwiązań technicznych i parametrów mających wpływ na bezpieczeństwo. Testy obejmują między innymi następujące badania:

- wyznaczenie współrzędnych środka masy i granicznego kąta przechyłu bocznego pojazdu oraz kąta przechyłu nadwozia w funkcji kąta przechyłu bocznego,
- badania stateczności podnośnika lub drabiny rozłożonych z zastosowaniem podpór bocznych i obciążonych w warunkach statycznych i dynamicznych (wykonywanie ruchów roboczych z maksymalnymi prędkościami) oraz skuteczności działania urządzeń monitorujących stateczność i parametry pracy,
- badanie wytrzymałości i sztywności drabin, podnośników, platform i koszy ratunkowych oraz uruchamiających je układów hydraulicznych przy różnych sposobach obciążenia i intensywności pracy,
- sprawdzenie możliwości bezpiecznego ustawienia pojazdu z wykorzystaniem podpór na podłożach nierównych, pochyłych i o różnej nośności oraz skuteczności automatycznego poziomowania lub pionowania urządzeń wysokościowych,

- badanie poprawności działania awaryjnych układów sterowania wykorzystywanych w razie uszkodzenia sterowania zasadniczego,
- sprawdzanie parametrów geometrycznych takich jak wysokość ratownicza, wysięgi boczne, wymiary przęseł, szczelbi, pomostów itp.

Badaniom takim powinny podlegać typy pojazdów i ratowniczych urządzeń wysokościowych wprowadzane do wyposażenia jednostek Ochotniczej i Państwowej Straży Pożarnej. Niektóre z badań dotyczą nie tylko pojazdów ratownictwa wysokościowego, ale również samochodów gaśniczych, ratownictwa technicznego lub innych z wysoko umieszczonym środkiem masy np. cystern, „gruszek” do przewozu betonu, dźwigów samochodowych itp.

Standardowe procedury badawcze w zależności od ich charakteru i wymaganych pomiarów określonych wielkości fizycznych muszą być realizowane z zastosowaniem specjalistycznej aparatury przystosowanej do zdalnych pomiarów dynamicznych. Przykładem może tu być pomiar kąta pochylenia podłogi kosza ratowniczego podczas wykonywania ruchów roboczych drabiny lub podnośnika w przestrzeni o znacznych wymiarach. W celu pełnej realizacji wymagań standardowych opracowano projekt modułowego zestawu aparatury, który będzie umożliwiał szybkie i bezpieczne wykonanie wszystkich wymaganych pomiarów i rejestrację przebiegów określonych wielkości.

3. FUNKCJE I ZAŁOŻENIA TECHNICZNE ZESTAWU APARATURY

Dokonano przeglądu i analizy wszystkich procedur badawczych i opracowano techniczny system badań pojazdów i urządzeń ratownictwa wysokościowego. Składa się on z procedur testowania oraz urządzeń i modułów pomiarowych, które służą do ich realizacji.

W tabeli nr 1 zestawiono badania wykonywane w systemie badań oraz moduły pomiarowe, które wchodzi w skład zestawu.

W systemie przewidziano zastosowanie 17 specjalnych modułów pomiarowych i pomocniczych oznaczonych w tabeli 1 kolejnymi numerami:

1. Poziomica elektroniczna do pomiaru kąta wychylenia nadwozia samochodu podczas badania na wychylnej platformie, kąta pochylenia szczelbi drabiny lub podłogi kosza podczas wykonywania ruchów roboczych wysięgnikiem i pomiaru kąta pochylenia ramy pojazdu podczas wyznaczania wysokości położenia środka masy pojazdu. Wymagana jest możliwość zerowania poziomicy przed badaniem oraz zakres pomiarowy do 60°. Mocowanie do nadwozia samochodu lub innego elementu powinno być realizowane za pomocą specjalnych uchwytów, przyssawek itp. Potrzebne są dwie takie poziomice na tył i przód samochodu oraz trzecia mocowana na ramie pojazdu. Poziomice zostaną zbudowane z wykorzystaniem inklinometrów, zasilania z własnego źródła energii i będą miały możliwość transmisji wyników pomiarów drogą radiową.

2. Poziomica elektroniczna do pomiaru kąta nachylenia przęseł drabiny w stosunku do poziomu o zakresie pomiarowym od 0° do 90°. Poziomica musi być w łatwy sposób mocowana do konstrukcji przęsła lub szczelbi drabiny równoległe do linii przęsła. Poziomica powinna być zasilana z własnego źródła energii i mieć możliwość zdalnej transmisji wyników pomiarów drogą radiową. Wykonanie tego pomiaru będzie możliwe z wykorzystaniem jednej z poziomicy opisanych w punkcie 1 pod warunkiem, że zostanie zapewniony odpowiedni zakres pomiarowy.

Tab. 1. System badań pojazdów i urządzeń ratownictwa wysokościowego

Nazwa badania	Oznaczenie modułu pomiarowego lub pomocniczego																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Badania stateczności pojazdów - PN-EN 1846-2:2009 i PN-ISO 10392:1997																	
Pomiar granicznego kąta przechyłu bocznego			X			X					X	X			X		
Pomiar kąta przechyłu nadwozia w funkcji kąta przechyłu bocznego	X		X			X					X	X			X		
Wyznaczanie współrzędnych środka masy	X							X			X	X				X	X
Badania drabin - PN-EN 14044+A1:2010																	
Badanie stateczności drabiny w warunkach statycznych		X			X	X	X			X		X					
Badanie stateczności drabiny w war. dynamicznych		X			X	X	X				X	X					
Badanie działania automatycznych zabezpieczeń na granicy pola pracy przy poziomej drabinie		X			X		X					X					
Działanie urządzenia monitorującego stateczność		X			X	X	X			X		X					
Badanie wskazań urządzeń pokładowych		X			X		X			X		X					
Badanie sztywności drabiny		X			X		X	X		X		X					
Badanie sztywności przy obciążeniu rozłożonym		X			X					X		X		X			
Badanie sztywności drabiny w układzie „mostka”		X			X					X		X		X			
Badanie długotrwałej pracy układu hydraulicznego		X		X	X						X	X	X	X			
Badanie stabilności pozycji pod obciążeniem		X			X		X			X		X	X				
Badanie odległości kół jezdnych od podłoża w pojeździe podpartym									X			X					
Sprawdzenie nacisków podpór na podłożu		X			X	X	X				X	X					
Badanie układu automatycznego pionowania drabiny	X	X		X	X						X	X					
Sprawdzenie zabezpieczeń urządzenia automatycznego pionowania	X	X		X	X							X			X		
Sprawdzenie zabezpieczenia maksymalnego kąta podniesienia ostatniego przęsła drabiny		X		X								X					
Sprawdzenie automatycznego układu poziomowania kosza ratowniczego	X	X			X							X					
Sprawdzenie wytrzymałości mocowania kosza										X		X					
Badania podnośników hydraulicznych - PN-EN 1777:2010																	
Statyczna próba przeciążeniowa										X		X					
Dynamiczna próba przeciążeniowa											X	X					
Badanie systemu poziomowania wysięgnika		X		X								X					
Badanie poziomowania podestu roboczego	X											X					
Badanie systemu monitoringu oraz urządzeń i systemów zabezpieczeń		X			X		X			X		X					
Próba użytkowa 12 cykli											X	X	X				
Pomiar wysokości ratowniczej i wysięgu bocznego					X		X				X	X					
Sprawdzenie wytrzymałości szczebli przęsła										X		X					

X – oznaczenie wykorzystania modułu pomiarowego do realizacji badania

3. Poziomica elektroniczna do pomiaru kąta wychylenia platformy względem poziomu. Wymagane jest zerowanie poziomicy przed badaniem i zakres pomiarowy do około 30°. Poziomica powinna być pewnie mocowana do platformy za pomocą specjalnych

uchwytów i być odporna na negatywne wpływy czynników atmosferycznych, mieć własne zasilanie i możliwość zdalnej transmisji wyników pomiarów drogą radiową.

4. Poziomica elektroniczna do pomiaru kąta pochylenia terenu, na którym wykonywane jest badanie lub uzyskanego kąta pochylenia pojazdu w wyniku zastosowania dodatkowych podpór, najazdów itp o zakresie pomiarowym do około 15°. Do tego pomiaru może być wykorzystana jedna z opisanych poziomic pod warunkiem zainstalowania jej na odpowiednio długim uchwycie uwzględniającym mierzone pochylenie terenu.

5. Kątomierz elektroniczny do pomiaru kąta obrotu wysięgnika wokół pionowej osi. Wymagany jest zakres pomiarowy od 0° do 360°. Kątomierz musi być w łatwy sposób mocowany na mechanizmie obrotowym wysięgnika i wskazywać jego rzeczywisty kąt obrotu względem podwozia pojazdu lub platformy. Konstrukcja wysięgnika utrudnia zastosowanie typowych rozwiązań przeznaczonych do pomiarów kąta obrotu z powodu braku dostępu do mechanizmów i osi obrotu. Kątomierz powinien być zasilany z własnego źródła energii i mieć możliwość zdalnej transmisji wyników pomiarów drogą radiową.

6. Czujniki do pomiaru siły nacisku koła jezdnego lub stopy podpory na podłoże o zakresie pomiarowym do 100kN. Potrzebne są cztery takie czujniki (badania z 4 podporami, badania samochodów 4-osioowych). Powinny one zapewniać możliwość pomiaru nacisku kół pojedynczych i podwójnych „bliźniak” oraz stóp podpór o stosowanych w praktyce kształtach i rozmiarach, powinny mieć możliwie małą wysokość. Przy badaniu nacisków stóp podpór może okazać się niezbędne stosowanie elastycznych przekładek dla uniknięcia koncentracji obciążeń na niewielkich powierzchniach styku podpór z czujnikiem. Czujniki powinny być zasilane z własnych źródeł energii i mieć możliwość zdalnej transmisji wyników pomiarów drogą radiową.

7. Dalmierz laserowy do pomiaru wysokości rozłożonej drabiny lub podnośnika, długości drabiny oraz wysięgu bocznego. Pomiaru mogą być wykonane za pomocą dalmierza wykorzystywanego w budownictwie wyposażonego w odpowiednie funkcje przeliczania uwzględniające wykonywanie pomiarów pod kątem w stosunku do poziomu.

8. Dalmierz laserowy i zestaw innych narzędzi pomiarowych do pomiarów liniowych przeznaczony do pomiaru rozstawu kół, rozstawu osi, promienia statycznego koła jezdnego itp. o zakresie pomiarowym do 10 metrów. Do niektórych pomiarów konieczne jest użycie dodatkowych pomocy i narzędzi tworzących bazy i powierzchnie pomiarowe pozwalające na dokonanie pomiarów w prostej linii z pominięciem elementów konstrukcyjnych uniemożliwiających dokładny pomiar bezpośredni. Do pomiaru może być użyty dalmierz wykorzystany w module nr 7.

9. Wysokościomierz do pomiaru odległości między dolną powierzchnią koła samochodu, a podłożem, kiedy samochód jest ustawiony na podporach. Badanie polega na stwierdzeniu, czy nie jest przekroczony minimalny wymiar graniczny wynoszący 160 mm.

10. Programowalny układ obciążający ostatni szczebel drabiny lub podłogę kosza siłą skierowaną pionowo w dół. Konstrukcja modułu musi umożliwiać nastawianie i pomiar wartości zadawanej siły, kontrolę kierunku działania (pionowego) oraz utrzymywanie jej wartości niezależnie od podatności obciążanego elementu. Zakres wywieranej siły powinien wynosić od 900 do 10 000 N. Układ powinien mieć możliwość korekcji położenia w celu „pionowania” obciążenia. Wskazana jest bezprzewodowa komunikacja modułu z komputerem sterującym w celu zadawania wartości i czasu działania obciążenia.

11. Obciążenie zastępcze w postaci obciążników symulujących obciążenie użytkowe podczas badań dynamicznych, kiedy niemożliwe jest wykorzystanie modułu 10. Obciążniki

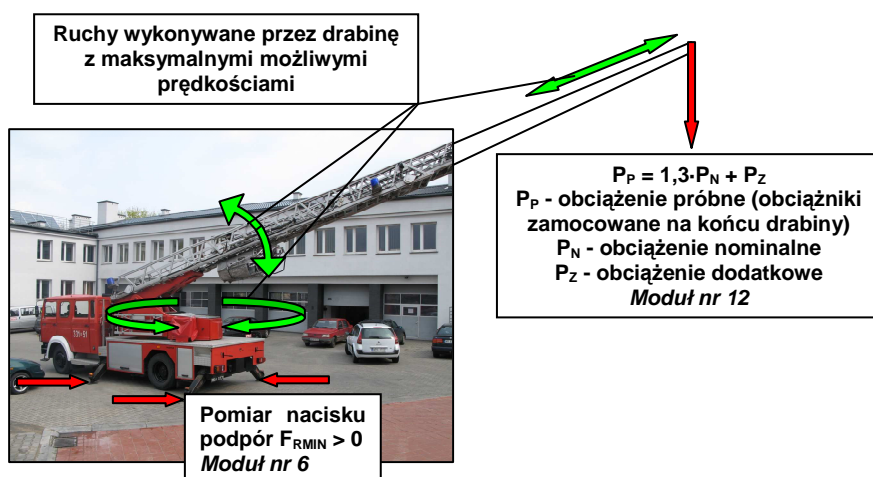
imitujące masę załogi lub ratowników powinny być mocowane do siedzeń, drabin, koszy itp. za pomocą pasów. Zakres obciążeń powinien wynosić $900 \div 5500$ N.

12. Zestaw przyrządów pomiarowych do kontroli warunków atmosferycznych - temperatury powietrza, wilgotności względnej i prędkości wiatru. Czujnik prędkości wiatru powinien być zainstalowany w najwyższym punkcie badanej drabiny lub podnośnika, być zasilany z własnego akumulatora i mieć możliwość zdalnej transmisji wyników pomiarów.

13. Czujnik temperatury oleju w układzie hydraulicznym podczas jego pracy o zakresie pomiarowym do około 200°C . Czujnik powinien pozwalać na umieszczenie końcówki pomiarowej w zbiorniku oleju układu hydraulicznego, być zasilany z własnego źródła energii i mieć możliwość zdalnej transmisji wyników pomiarów drogą radiową.

14. Podparcie wolnego końca drabiny w postaci stojaka opartego na gruncie. Stojak powinien mieć regulowaną wysokość do około 2 m i zdolność przenoszenia obciążeń pionowych przynajmniej 5000 N.

15. Wychylna platforma pozwalająca na ustawienie na niej badanego pojazdu i przechylenie go na bok o kąt w zakresie od 0 do 45° . Może być wykorzystywana do pomiarów granicznego kąta przechyłu bocznego i kąta przechyłu nadwozia,



Rys.3. Badanie stateczności drabiny obrotowej w warunkach dynamicznych z wykorzystaniem modułów systemu badań

16. Stacjonarna najazdowa waga samochodowa przeznaczona do pomiaru nacisku na podłoże jednej lub kilku osi, która może być wykorzystana do wyznaczania masy pojazdu oraz współrzędnych położenia środka masy,

17. Samochodowy podnośnik obsługowy pozwalający na uniesienie kół jednej osi, co przy równoczesnym wykorzystaniu wagi pozwala na wyznaczanie wysokości położenia środka masy.

Na rysunku nr 3 przedstawiono schematycznie badanie stateczności drabiny obrotowej w warunkach dynamicznych z wykorzystaniem modułów nr 6 i 11 projektowanego systemu. Badanie polega na tym, że obciążona drabina podparta za pomocą podpór bocznych wykonuje ruchy robocze (obrót wysięgnika, wysuwanie i pochylanie drabiny) z

maksymalnymi możliwymi prędkościami do ich automatycznego wyłączenia na granicy pola pracy przez układ monitorujący stateczność. Kontrolowane są naciski wszystkich podpór na grunt, które podczas całego badania powinny być większe od zera dla każdej podpory.

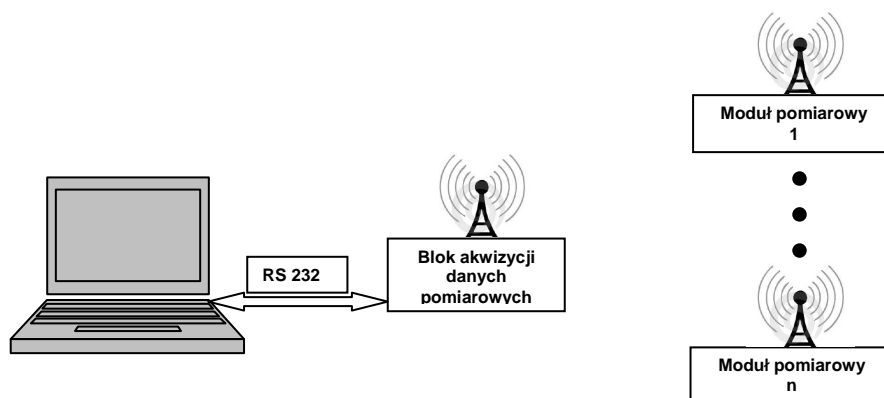
4. ZAŁOŻENIA SYSTEMU STEROWANIA, TRANSMISJI, AKWIZYCJI I PRZETWARZANIA DANYCH POMIAROWYCH

Badania urządzeń ratownictwa wysokościowego zamontowanych na podwoziach samochodowych realizowane z wykorzystaniem opisanych modułów pomiarowych i pomocniczych wymagają rozmieszczenia ich w kilkunastu oddalonych od siebie punktach badanej konstrukcji. Charakter pracy urządzeń ratowniczych - zmienne wymiary wynikające z ruchów roboczych oraz wymagania procedur badawczych sprawiają, że podczas badań występują następujące utrudnienia wymagające zastosowania szczególnych rozwiązań technicznych w zakresie konstrukcji poszczególnych modułów, łączności między nimi i sposobu sterowania pracą systemu pomiarowego:

- poszczególne moduły pomiarowe mogą znajdować się w odległościach do kilkudziesięciu metrów od siebie i od jednostki sterującej przebiegiem badań,
- odległości pomiędzy modułami są zmienne podczas badań, a niektóre pomiary muszą być wykonywane w ruchu (pracujący moduł przemieszcza się w przestrzeni wraz z elementem konstrukcji np. koszem ratowniczym),
- rozmieszczenie i mocowanie modułów nie jest powtarzalne i zależy od konstrukcji i wymiarów badanego urządzenia oraz wymagań przeprowadzanego testu.

Sprawia to, że większość modułów, tak jak to przedstawiono w poprzednim rozdziale, powinna posiadać własne zasilanie w postaci baterii lub akumulatorów oraz zdalne połączenie z jednostką sterującą zapewniające efektywną transmisję otrzymywanych wyników pomiarów. Przyjęto założenie, że system, którego schemat przedstawiono na rysunku nr 4, składa się z następujących bloków:

- przenośny komputer klasy PC z odpowiednim oprogramowaniem, przystosowany do pracy w warunkach poligonowych, umieszczony na przenośnym stanowisku operatorskim zaopatrzonym we własne źródło energii elektrycznej,
- blok akwizycji danych pomiarowych połączony z komputerem łączem RS 232, znajdujący się również na stanowisku operatorskim, wyposażony w radiowy moduł transmisyjny,
- moduły pomiarowe wyposażone we własne źródła zasilania i radiowe moduły transmisyjne.



Rys.4. Schemat funkcjonalny systemu sterowania, transmisji, akwizycji i przetwarzania danych pomiarowych

Komputer PC zarządzający przebiegiem wszystkich czynności i pomiarów realizowanych podczas badań, pracujący w środowisku Windows, powinien zawierać oprogramowanie umożliwiające:

- wprowadzanie i archiwizację danych charakteryzujących badany obiekt,
- wybór procedury badawczej – informacja ta jest przekazywana do bloku akwizycji danych pomiarowych,
- przeprowadzenie procedury badawczej – z bloku akwizycji danych pomiarowych odczytywane są dane pomiarowe ze wszystkich modułów pomiarowych wykorzystywanych w wykonywanej procedurze,
- przetwarzanie danych pomiarowych w celu określenia wyników badania w postaci wymaganej przez daną procedurę,
- generowanie i archiwizację odpowiednich dokumentów końcowych (protokoły z badań, wyniki badań, świadectwa dopuszczenia itp.).

Blok akwizycji danych pomiarowych powinien zawierać sterownik PLC który zapewnia odczyt danych z modułów pomiarowych w cyklu wymaganym w danej procedurze i przekazywanie ich do komputera PC.

Założono, że blok akwizycji danych pomiarowych będzie zbudowany z następujących modułów:

- sterownik PLC MicroSmart FC4A-D20RK1 firmy IDEC wyposażony w dwa porty szeregowo RS232,
- moduł transmisji radiowej RC1189-RC232,
- blok zasilania sieciowego.

Dokonano wyboru systemu łączności bezprzewodowej, elementów bloku akwizycji danych i układów pomiarowych wchodzących w skład modułów pomiarowych. W celu zapewnienia łączności bezprzewodowej w całym systemie, blok akwizycji danych oraz każdy moduł pomiarowy będzie wyposażony w radiowy moduł transmisyjny. Aby uniknąć błędów przetwarzania danych przyjęto zasadę, że przekazywanie danych z układu

pomiarowego do modułu transmisyjnego odbywać się będzie za pośrednictwem transmisji szeregowej (RS 232).

System łączności bezprzewodowej jest oparty o moduł RF RC1180-RC232 firmy RADIOCRAFTS. Moduł ten jest kompaktowym urządzeniem, montowanym powierzchniowo ze zintegrowanym protokołem RC232. Posiada interfejs UART do komunikacji szeregowej i konfiguracji urządzenia oraz pad połączeniowy do anteny. Jest zamontowany na płycie drukowanej wyposażonej w gniazdo DB9 (RS232), złącze antenowe, gniazdo zasilające i posiada następującą charakterystykę:

- szerokopasmowy, wielokanałowy (16 kanałów),
- wbudowany protokół RC232, dwukierunkowy (pół-duplex),
- protokoły komunikacyjne point-to-point lub point-to-multipoint,
- napięcia zasilania 2.8-5.5V i niski pobór prądu do zastosowań bateryjnych,
- jest zgodny z normą EU R&TTE (EN 300220, EN 301489, EN 60950).

Zaletą systemu jest operowanie cyfrową postacią sygnałów na wszystkich poziomach począwszy od czujników mierzonych wielkości, poprzez teletransmisję wyników pomiarów po ich obróbkę i przetwarzanie. Rozwiązanie to pozwala na wyeliminowanie błędów wynikających z przetwarzania sygnałów analogowych na cyfrowe.

PODSUMOWANIE

Opisany zestaw modułowej aparatury do badania stateczności i bezpieczeństwa samochodów z urządzeniami ratownictwa wysokościowego, opracowywany w ITeE-PIB, pozwoli na wdrożenie standardowych badań pojazdów pożarniczych, drabin strażackich, podnośników, dźwigów oraz innych pojazdów specjalnych z wysoko umiejscowionym środkiem ciężkości. System będzie przeznaczony głównie do testowania pojazdów pożarniczych, automatycznych drabin obrotowych i podnośników hydraulicznych wykorzystywanych podczas akcji ratowniczo-gaśniczych prowadzonych na wysokościach. Wdrożenie zostanie zrealizowane w CNBOP – jednostce wykonującej badania weryfikacyjne pojazdów ratowniczych. Dzięki modułowej budowie, elastycznemu oprogramowaniu i wykorzystaniu łączności radiowej do transmisji danych pomiarowych możliwa będzie również realizacja różnych testów innych pojazdów i urządzeń specjalnych, charakteryzujących się wysoko umiejscowionym środkiem ciężkości i działaniem wymagającym szczególnej uwagi z punktu widzenia zachowania stateczności.

Struktura systemu obejmuje rozproszone moduły wykonawcze, sterujące i pomiarowe przystosowane do prowadzenia badań indywidualnych i zespołowych. Zastosowane protokoły komunikacyjne, algorytmy sterowania i specjalistyczne środowisko informatyczne pozwalają na sformowanie elastycznego, konfigurowalnego, modułowego systemu testowania ze swobodną aranżacją funkcjonalną i przestrzenną. Opracowany system, pozwoli na doskonalenie procedur certyfikacyjnych przeznaczonych do weryfikacji nowoczesnych konstrukcji pojazdów specjalnych. Ponadto system umożliwi doskonalenie konstrukcji pojazdów specjalnych w celu podniesienia bezpieczeństwa ratowników i osób ratowanych.

Zbiór procedur testowych realizowanych z wykorzystaniem opracowywanego zestawu zostanie zaimplementowany do oceny stateczności, bezpieczeństwa i wyznaczania parametrów użytkowych pojazdów ratowniczych i specjalnych w warunkach zbliżonych do rzeczywistych, również w celu określenia możliwości optymalnego wykorzystania ich

potencjału technicznego w różnych warunkach terenowych, zabudowy mieszkaniowej i przemysłowej oraz oceny ryzyka i identyfikacji zagrożeń eksploatacyjnych.

Praca naukowa finansowana ze środków na naukę latach 2009-2011 jako projekt rozwojowy.

4. BIBLIOGRAFIA

- [1] Rozporządzenie MSWiA z 20.06.2007 w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania (Dz. U. 2007 Nr 143, poz. 1002).
- [2] Jerzy Wicher: Bezpieczeństwo samochodów i ruchu drogowego. WKiŁ, Warszawa 2004.
- [3] Leon Prochowski, Andrzej Żuchowski: Pojazdy Samochodowe. Samochody ciężarowe i autobusy. WKiŁ, Warszawa 2006.
- [4] PN-ISO 10392:1997 Pojazdy drogowe dwuosiowe - Określenie położenia środka masy,
- [5] PN-EN 1846-2:2009 Samochody pożarnicze - Część 2: Wymagania ogólne - Bezpieczeństwo i parametry,
- [6] PN-EN 14044+A1:2010 Samochody pożarnicze specjalne - Drabiny obrotowe z ruchami sekwencyjnymi - Wymagania dotyczące bezpieczeństwa, cech użytkowych oraz metody badań,
- [7] PN-EN 1777:2010 Podnośniki hydrauliczne dla straży pożarnej - Wymagania dotyczące bezpieczeństwa i badania.