

Zbigniew BARSZCZ, Krzysztof PODKOWSKI

OPRACOWANIE KONCEPCJI, ZAPROJEKTOWANIE I BUDOWA ELEMENTÓW STANOWISKA DO BADANIA DUŻYCH OBIEKTÓW ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM AMBULANSÓW DROGOWYCH

W artykule omówiony został, zrealizowany w PIMOT, temat badawczy związany bezpośrednio z przepisami międzynarodowymi dotyczącymi badań dynamicznych dużych obiektów, ze szczególnym uwzględnieniem ambulansów drogowych z ich wyposażeniem, zgodnie z wymaganiami normy europejskiej: PN-EN 1789 „Pojazdy medyczne i ich wyposażenie - Ambulanse drogowe”.

Celem zadania było opracowanie koncepcji, zaprojektowanie i budowa elementów stanowiska badawczego w oparciu o wyniki analiz wytrzymałościowych, metodą elementów skończonych - MES, struktury stanowiska.

WSTĘP

Zrealizowany w PIMOT temat badawczy, związany bezpośrednio z przepisami międzynarodowymi, dotyczył badań dynamicznych struktur nadwozi ambulansów drogowych wraz z ich wyposażeniem, zgodnie z wymaganiami normy europejskiej: PN-EN 1789 „Pojazdy medyczne i ich wyposażenie - Ambulanse drogowe”.

Przeprowadzane badania pojazdów medycznych, dużych obiektów, bazują na zabudowanej przestrzeni ładunkowej istniejących już pojazdów lub zbudowanych od podstaw kontenerach medycznych. Badanie takich obiektów, ze względu na ich wymiary, wiąże się głównie z problemem ich mocowania do platformy wózka badawczego. Bardzo często jedynym rozwiązaniem są badania na konstrukcjach zastępczych. Badany obiekt dzielony jest na części. Wyniki pomiarowe z badań dynamicznych, z wykorzystaniem kolejnych, wzmocnionych miejscowo, elementów pociętego nadwozia ambulansu drogowego, mogły budzić wątpliwości i stwarzać podstawy do kwestionowania otrzymanych wyników np. ze względu na spadek sztywności całej konstrukcji, pomimo dodatkowych konstrukcji wzmacniających wykonanych z profili, do których mocowane jest poszycie nadwozia pojazdu.



Rys. 1. Zespół obrotnicy zamontowany na wózku badawczym

Zaproponowane rozwiązanie stwarza możliwości badań dynamicznych kompletnych struktur nadwozi ambulansów drogowych wraz z ich wyposażeniem głównie ze względu na skrócenie czasu

przygotowania obiektów do badań jak również poprzez poprawę funkcjonalności przy zmianie kierunku zamocowania badanego nadwozia względem wózka badawczego.

1. CEL PRACY

Celem pracy było opracowanie koncepcji i zaprojektowanie elementów modelu stanowiska do badań dużych obiektów, ze szczególnym uwzględnieniem ambulansów drogowych - konstrukcji nośnych pojazdów wraz z wyposażeniem, poddanych obciążeniom dynamicznym.

Ostatecznym celem zadania była także budowa zaprojektowanych elementów modelu stanowiska, ich montaż i ocena funkcjonalności po zamontowaniu bezpośrednio do konstrukcji wózka badawczego.

Zadanie to było nietypowe ze względu na masę badanego obiektu i jego wymiary. Badany pojazd medyczny może ważyć 3 tony i mieć wymiary rzędu 5x3x2,5 metra.

W Polsce nie istnieje żadne stanowisko przystosowane do badania tak dużych obiektów. Jako obiekt wybrano pojazd medyczny – ambulans drogowy, również ze względu na to, że PIMOT jest jedyną jednostką w Polsce upoważnioną do badań dynamicznych tego typu obiektów.

2. PODSTAWOWE METODY BADAŃ WYNIKAJĄCE Z NORMY PN-EN 1789 „POJAZDY MEDYCZNE I ICH WYPOSAŻENIE – AMBULANSE DROGOWE”

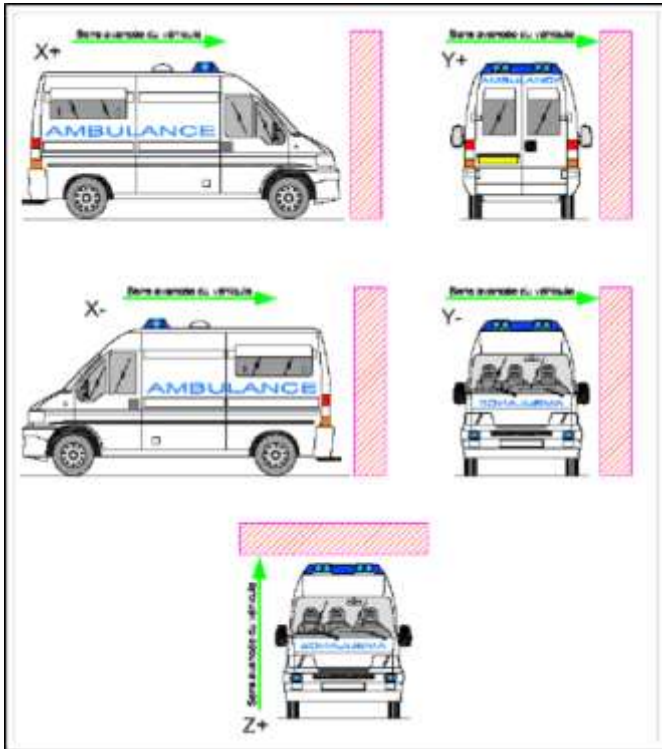
W niniejszej normie europejskiej określono wymagania dotyczące konstrukcji, badania, osiągnięć i wyposażenia ambulansów drogowych stosowanych do transportu i sprawowania opieki nad pacjentami. Zamieszczono w niej wymagania dotyczące przedziału dla pacjenta.

Niniejszą Normę Europejską stosuje się do ambulansów drogowych, w których istnieje możliwość transportu na noszach co najmniej jednej osoby.

Wymagania określono dla kategorii ambulansów drogowych wyznaczonych na podstawie wzrastającego poziomu leczenia, które może być wykonane. Są to: ambulans do transportu pacjentów (

typy A1 i A2) ambulans ratunkowy (typ B) i ruchoma jednostka intensywnej opieki (typ C).

W zakresie obciążeń dynamicznych badania dotyczą przede wszystkim układów podtrzymujących i zamocowań wyposażenia w przedziale dla pacjenta. Wg normy wszystkie osoby i elementy, np. wyroby medyczne, wyposażenie i przedmioty normalnie przewożone w ambulansie drogowym, powinny być przytwierdzone, zainstalowane lub rozmieszczone tak, aby nie stały się pociskiem, gdy poddawane są przyspieszeniom / hamowaniom o wartości 10 g. Prędkość w czasie zderzenia powinna wynosić od 30 km/h do 32 km/h. Przeprowadza się pięć testów dynamicznych w pięciu kierunkach (rys. 2): +X (do przodu), -X (do tyłu), +Y (w prawo), -Y (w lewo), +Z (do góry).



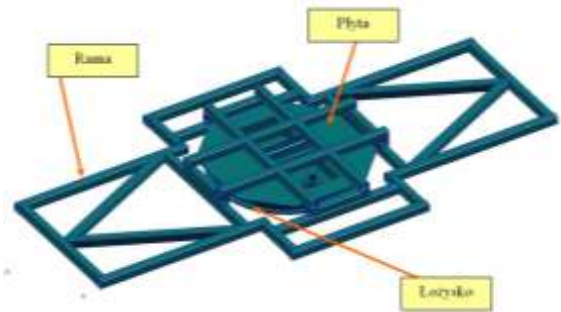
Rys. 2. Kierunki testów dynamicznych

3. ZAKRES PRACY

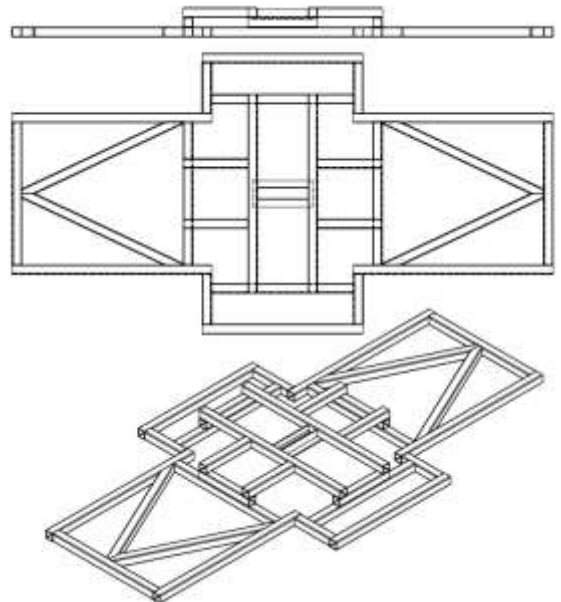
- Została przeprowadzona analiza powstających obciążeń działających na podstawowe elementy stanowiska do badań dynamicznych;
- Został przygotowany projekt budowy dodatkowych elementów stanowiska przystosowanego do badania dużych obiektów;
- Został dobrany siłownik hydrauliczny z pompą, umożliwiający uniesienie badanego obiektu, a następnie jego właściwe umocowanie w trakcie badań;
- Zostało dobrane wielkogabarytowe łożysko umożliwiające obrót badanego obiektu w trakcie badań;
- Zostały przeprowadzone badania symulacyjne, obliczenia metodą elementów skończonych - MES, zaproponowanego rozwiązania oraz wprowadzone zmiany konstrukcyjne wynikające bezpośrednio z tych obliczeń;
- Zostały przygotowane rysunki wykonawcze dotyczące wykonania podstawowych elementów stanowiska w PIMOT;
- Stanowisko zostało wykonane i zamontowane na wózku badawczym, a następnie zostały przeprowadzone testy jego funkcjonalności i eksperymentalna ocena wytrzymałości elementów konstrukcji stanowiska. Celem tych eksperymentów była prak-

tyczna ocena zastosowanych rozwiązań konstrukcyjnych przyjętych przy projektowaniu konstrukcji obrotnicy.

Na rysunku 3 i 4 pokazano model CAD dodatkowych elementów stanowiska - obrotnicy.



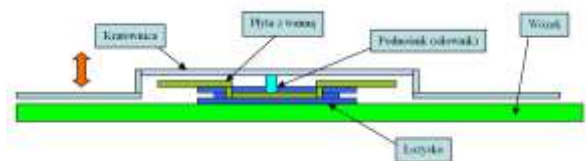
Rys. 3. Model CAD stanowiska - obrotnicy (rama kratownicy z zespołem łożyska)



Rys. 4. Model CAD ramy kratownicy stanowiska - obrotnicy

4. ZASADA DZIAŁANIA OBROTNICY

Do wózka badawczego przykręcone jest łożysko o dużej nośności. Do górnej płaszczyzny łożyska przykręcona jest płyta ze specjalną wnęką, z umieszczonym w niej siłownikiem hydraulicznym. Siłownik z kolei unosi kratownicę, na której zabudowane jest nadwozie ambulansu drogowego. Po podniesieniu konstrukcji możliwy jest jej bezkolizyjny obrót do oczekiwanego położenia, a po opuszczeniu, za pomocą specjalnych strzemion całość jest mocowana do wózka badawczego.



Rys. 5. Podstawowe elementy stanowiska - obrotnicy

5. ANALIZA WYTRZYMAŁOŚCIOWA MES

Została przeprowadzona analiza wytrzymałościowa konstrukcji stanowiska – obrotnicy metodą elementów skończonych – MES. Na podstawie wcześniej przygotowanego modelu CAD 3D, w programie MSC.FEA (MSC.PATRAN + MSC.NASTRAN) został stworzony model siatki MES stanowiska składający się z elementów powierzchniowych o odpowiedniej wielkości.

Zostały przeanalizowane trzy warunki obciążenia (warunki pracy):

1. podnoszenie kratownicy z ambulansem,
2. ruch w kierunku +X (wzdłużnym),
3. ruch w kierunku +Y (poprzecznym).

W celu zasymulowania kratownicy z nadwoziem stworzono dodatkową kratownicę z elementów belkowych (DUMMY). W teoretycznym środku ciężkości badanego obiektu umieszczono element masowy. Elementy belkowe zostały połączone z podstawą za pośrednictwem elementów MPC.

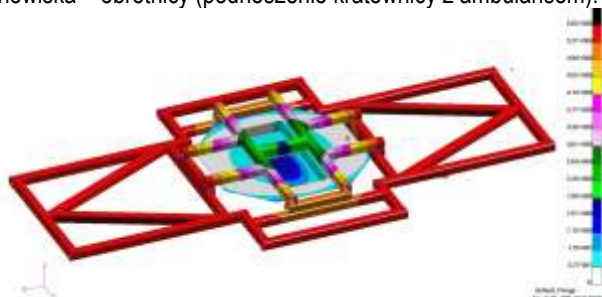
Podczas analizy uwzględniono również to, że do wózka badawczego przykręcone jest łożysko o dużej nośności.



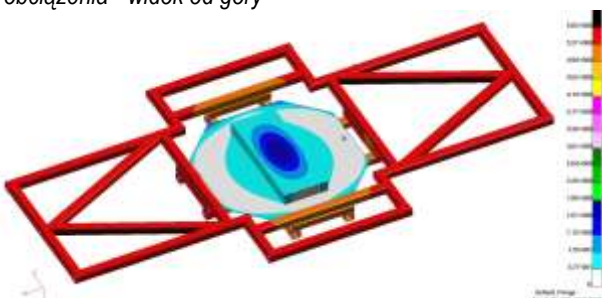
Rys. 6. Model MES stanowiska - obrotnicy (widok od góry)

6. WYNIKI OBLICZEŃ

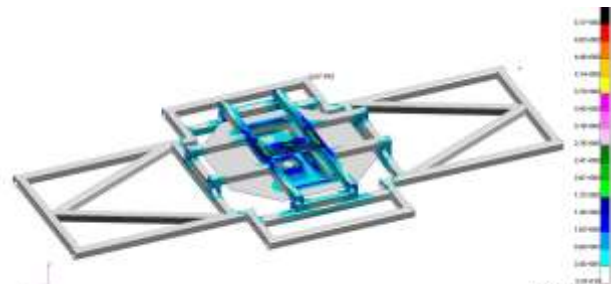
Przykładowe wyniki obliczeń wytrzymałościowych konstrukcji stanowiska – obrotnicy (podnoszenie kratownicy z ambulansem).



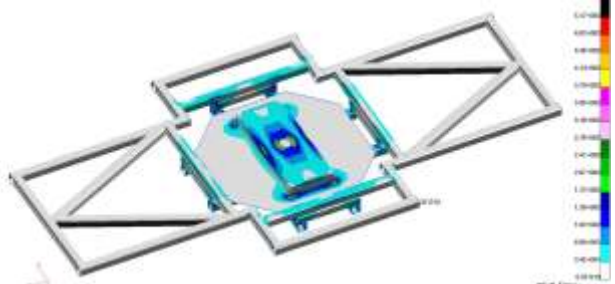
Rys. 7. Odształcenia wypadkowe [mm] powstałe w wyniku działania obciążenia - widok od góry



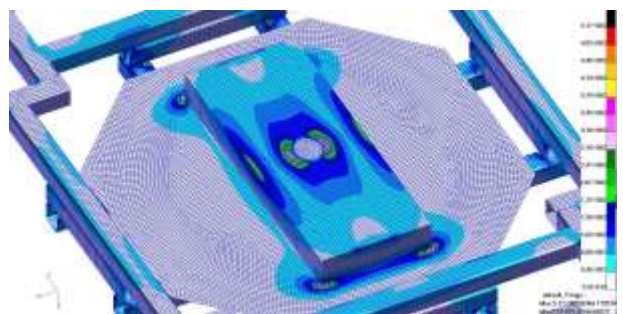
Rys. 8. Odształcenia wypadkowe [mm] powstałe w wyniku działania obciążenia - widok od dołu



Rys. 9. Rozkład naprężeń zredukowanych [MPa] - widok od góry



Rys. 10. Rozkład naprężeń zredukowanych [MPa] - widok od dołu



Rys. 11. Rozkład naprężeń zredukowanych [MPa] - widok od dołu, zbliżenie z uwidocznioną siatką. Widoczne spiętrzenia naprężeń

Zakres odkształceń i naprężeń otrzymanych na drodze analiz wytrzymałościowych jest akceptowalny. Lokalne spiętrzenia naprężeń są zjawiskiem naturalnym. Mogą one w trakcie eksploatacji skutkować lokalnymi odkształceniami plastycznymi oraz zużyciem zmęczeniowym. W związku z tym należy przeprowadzać okresowe przeglądy elementów stanowiska badawczych.

7. ZAPROJEKTOWANIE I WYKONANIE PROTOTYPU OBROTNICY

W oparciu o analizę podstawowych wymiarów typowego ambulansu i wyniki analiz wytrzymałościowych zostały zaprojektowane i wykonane elementy konstrukcji – obrotnicy (rys. 12 i rys. 13).

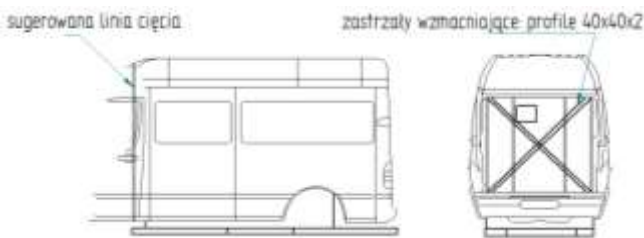


Rys. 12. Zespół obrotnicy zamontowany na wózku badawczym - ustawiony w kierunku wzdłużnym



Rys. 13. Zespół obrotnicy zamontowany na wózku badawczym - ustawiony w kierunku poprzecznym

Nadwozie badanego ambulansu mocowane jest symetrycznie do wózka badawczego, za pośrednictwem ramy pośredniej.



Rys. 14. Nadwozie z ramą pośrednią mocowaną w czasie testu do zespołu obrotnicy

PODSUMOWANIE

Zaproponowane i zastosowane rozwiązanie konstrukcyjne obrotnicy zostało pozytywnie zweryfikowane podczas testów jego funkcjonalności i oceny wytrzymałości elementów konstrukcji stanowiska pod obciążeniem. W wyniku wykonanej pracy powstał prototyp stanowiska, który spełnia postawione wymagania odnośnie kształtu, masy, wytrzymałości i ergonomii. Stanowisko będzie używane przede wszystkim przy kolejnych badaniach ambulansów drogowych, a opracowana dokumentacja techniczno-wykonawcza, zaprojektowanego prototypu ramy kratownicy – obrotnicy, będzie wykorzystywana do wykonywania konstrukcji pośrednich łączących badane nadwozia pojazdów z wózkiem badawczym podczas testów dynamicznych, zgodnie z normą PN-EN 1789 „Pojazdy medyczne i ich wyposażenie - Ambulanse drogowy”.

BIBLIOGRAFIA

1. PN-EN 1789+A2:2015, *Pojazdy medyczne i ich wyposażenie – Ambulanse drogowy*, Copyright by PKN, Warszawa 2015.
2. Sobolewski T., Posuniak P., *Bezpieczeństwo pasażerów pojazdu medycznego podczas wypadku drogowego w świetle obowiązujących przepisów homologacyjnych*, „Logistyka” 2014, nr 3.
3. Rusiński E., *Zasady projektowania konstrukcji nośnych pojazdów samochodowych*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2002.
4. Pawłowski J., *Nadwozia samochodowe*, WKiŁ, Warszawa 1978.

Development of conception, design and construction of the elements of the large objects study test stand with particular emphasis on road ambulances

In the article a research process implemented in PIMOT was discussed, which was directly associated with international rules on dynamic tests of large objects, with particular emphasis on road ambulances with their equipment, in accordance with the requirements of the European standard: PN EN 1789 „Medical vehicles and their equipment - Road ambulances”.

The aim of the task was the development of a concept, design and construction of the elements of the test stand based on the results of stress analysis of the structure test stand on the basis of the finite element method – FEM.

Autorzy:

dr inż. **Zbigniew Barszcz** – Przemysłowy Instytut Motoryzacji

mgr inż. **Krzysztof Podkowski** – Przemysłowy Instytut

Motoryzacji