

12

ADAPTACJA ŻURAWIA PRZENOŚNEGO DO INNYCH ZASTOSOWAŃ W ŚWIETLE OBOWIĄZUJĄCYCH NORM – STUDIUM PRZYPADKU

12.1 WPROWADZENIE

Dnia 17 maja 2006 r. opublikowana została dyrektywa maszynowa 2006/42/WE [1] (Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej Nr L 157/24 z dnia 9 czerwca 2006 r.), której przepisy weszły w życie z dniem 29.12.2009 r. Jest to już trzecia redakcja tej dyrektywy, z których pierwszą opublikowano w 1989 roku. Zawiera wymagania, które muszą zostać spełnione przez maszyny, a ich niespełnienie wiąże się z pociągnięciem do odpowiedzialności za produkt wadliwy wprowadzony na wspólny rynek UE.

Dyrektywa zawiera ogólne wymagania dotyczące bezpieczeństwa wprowadzanych do obrotu maszyn, określając tzw. zasadnicze wymagania w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa. W oparciu o te wymagania zostały opracowane europejskie normy zharmonizowane (EN), które określają ogólne i szczegółowe wymagania dla poszczególnych grup maszyn.

Wśród urządzeń, wchodzących w skład grupy urządzeń transportu bliskiego (UTB) – ich pełny wykaz znajduje się w [5] – dwie liczne, aczkolwiek odrębne grupy stanowią żurawie przenośne i podesty ruchome przejezdne. Każdej z tych grup poświęcona jest oddzielna norma zharmonizowana: żurawiom przenośnym – EN 12999:2009 [4] (dalej zwana „normą żurawową”), a podestom – EN 280:2003 [3] (w dalszej części – „norma podestowa”).

Interesujące jest z punktu widzenia zarówno konstrukcji, spełniającej odpowiednie wymagania, jak i prowadzenia późniejszych badań dopuszczających do eksploatacji oraz dla samej eksploatacji, jak producenci spełniają w jednym urządzeniu wymagania obu wymienionych norm.

12.2 KOSZ ROBOCZY NA ŻURAWIU PRZENOŚNYM

Rozwój konstrukcji współczesnych UTB wiąże się z „uniwersalizacją” produkowanych urządzeń. Maszyna w wersji „podstawowej”, przystosowana jedynie do wykonywania swoich funkcji podstawowych (żuraw przemieszcza ładunki, podwieszona za pomocą odpowiednich zawiesi na haku) nie jest już najczęściej zamawiana przez klientów.

Dzięki zastosowaniu dodatkowego, specjalnie produkowanego wyposażenia roboczego, wykorzystując hydrauliczny napęd, zapewniany przez podwozie, na którym jest zamontowana, jest w stanie wykonać funkcje, rezerwowane do tej pory wyłącznie dla innych, specjalistycznych maszyn i urządzeń. Jedną z możliwości takiego rozszerzenia różnych zastosowań żurawia przenośnego jest przystosowanie go do instalacji kosza i wykonywania transportu ludzi.

Norma PN-EN 12999:2009 definiuje żuraw przenośny (przeładunkowy) jako: „dźwignicę zamontowaną na samochodzie ciężarowym pomiędzy kabiną kierowcy a skrzynią lub z tyłu pojazdu, służącą do załadunku towaru na samochód oraz jego rozładunku...” [4]. Tymczasem norma PN-EN 280:2003 określa podest ruchomy przejezdny jako „maszynę przejezdną przeznaczoną do przemieszczania osób na stanowiska robocze, na których wykonują prace z platformy roboczej, przy założeniu, że osoby te wchodzą i schodzą z platformy w jej jednym określonym położeniu dostępu; składa się co najmniej z platformy roboczej z elementami sterowniczymi, wysięgnika i podwozia; może występować w wersji przegubowej lub nożycowej” [3].

Już pobieżna lektura powyższych definicji wskazuje na możliwą sprzeczność: jak pogodzić transport ładunków z bezpiecznym przemieszczaniem ludzi w koszu? Jest to możliwe, ale koniecznym jest spełnienie wymagań stawianych przez normy zharmonizowane, w których to znajdują się szczegółowe kryteria dla podnoszenia ładunków i przemieszczania ludzi. Zostanie to omówione na przykładzie żurawia przenośnego włoskiej firmy EFFER S.p.A., przystosowanego przez producenta do zabudowy kosza roboczego, jako dodatkowego sprzętu roboczego.

12.3 OPIS URZĄDZENIA WRAZ Z WYPOSAŻENIEM

Żuraw EFFER 175/5S jest maszyną o momencie podnoszenia 14,7 Tm, zamontowaną za kabiną na podwoziu samochodu IVECO 190, o dopuszczalnej masie całkowitej 18 ton. Skrzynia ładunkowa wyposażona jest w mechanizm wywrotu i podwyższone burty, co umożliwia transport lekkich ładunków o dużej objętości (rys. 12.1).



**Rys. 12.1 Żuraw EFFER 175/5S z koszem roboczym.
Kosz roboczy – przed podwoziem**

Źródło: Opracowanie własne

Główne sterowanie pracą żurawia odbywa się z nadajnika radiowego (rys. 12.2), zaś sterowanie pomocnicze za pomocą dźwigni znajdujących się z lewej strony żurawia.



Rys. 12.2 Odbiornik sterowania radiowego

Źródło: Opracowanie własne

Ze względu na stateczność żurawia obie normy (żurawiowa i podestowa) ograniczają możliwy kąt jego obrotu za pomocą blokad mechanicznych. Wynosi on 180° w zakresie pokazanym na rys. 12.3a i rys. 12.3b.



**Rys. 12.3 Mechaniczna blokada kąta obrotu
za pomocą sworznia zamontowanego w podstawie**

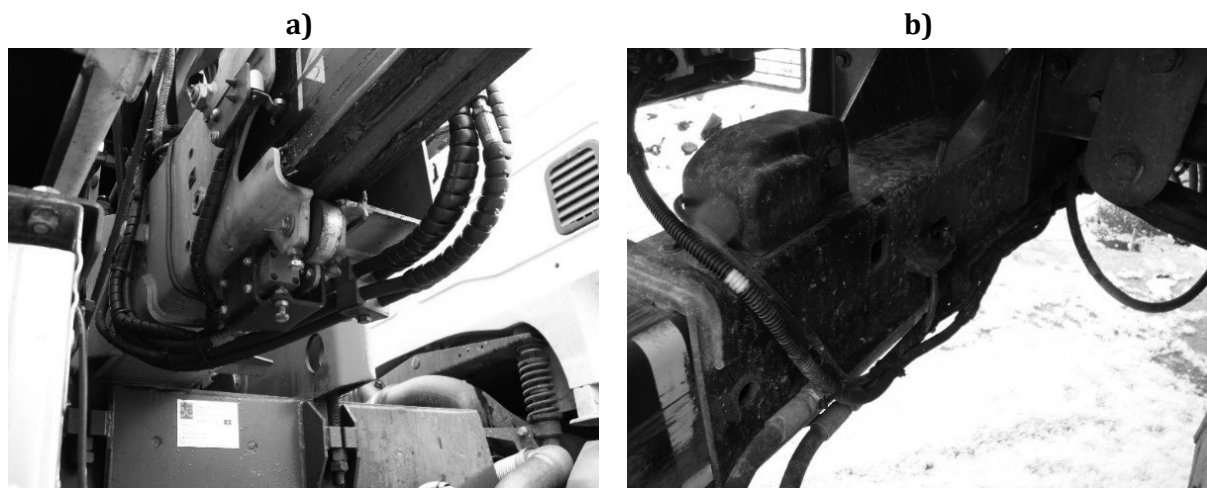
a) widok blokady mechanicznej

b) piktogram na podstawie

Źródło: Opracowanie własne

Podpory żurawia, zarówno zasadnicze (stanowiące element konstrukcji żurawia, jak i dodatkowe, zabudowane w trakcie montażu z tyłu ramy podwozia wyposażono w czujniki sygnalizujące stan pełnego rozsunięcia i podparcia (rys. 12.4a i 12.4b).

Zgodnie z normą żurawiową maszyna wyposażona jest w czujnik kąta położenia ramienia zewnętrznego, dzięki któremu ogranicznik obciążenia rozróżnia, który z możliwych jego ruchów, podnoszenia czy opuszczania, jest w danym momencie bezpieczny [2] (rys. 12.5).



Rys. 12.4 Podpory żurawia z czujnikami

a) podpora przednia

b) podpora tylna

Źródło: Opracowanie własne



Rys. 12.5 Czujnik kąta na ramieniu zewnętrznym

Źródło: Opracowanie własne

Żuraw posiada również (zgodnie z normą) czujnik złożenia żurawia do położenia transportowego, wraz z sygnalizacją wizualną i dźwiękową, w kabinie kierowcy (rys. 12.6a i 12.8b)

Kosz przewidziany do współpracy z żurawiem jest produktem firmy FERRARI 2 Intl. Wykonany jest ze stopów aluminium (lekka i wytrzymała konstrukcja) i daje możliwość pracy w nim dwóch osób oraz 40 kg wyposażenia roboczego. Ma możliwość samo-poziomowania oraz blokowania w stałym położeniu dzięki zastosowaniu dodatkowego siłownika hydraulicznego z zaworem odcinającym.

Wyposażony jest również w specjalne „korytko” do mocowania w nim sterownika firmy SCANRECO, której sterowanie radiowe wykorzystano w żurawiu. Umieszczony w nim sterownik odblokowuje wyłącznik krańcowy znajdujący się w dolnej części korytka, co pozwala radiowo sterować żurawiem z kosza (rys 12.7a i 12.7b).

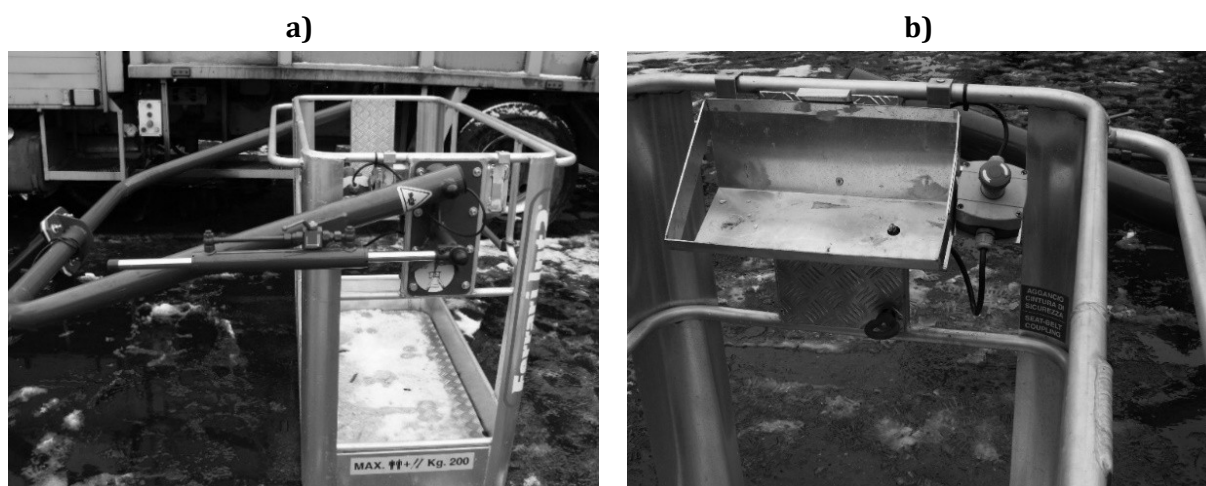


Rys. 12.6 Wyłącznik krańcowy sygnalizacji prawidłowego złożenia do położenia transportowego

a) położenie na żurawiu

b) sygnalizator w kabinie kierowcy

Źródło: Opracowanie własne



Rys. 12.7 Kosz firmy FERRARI 2 z siłownikiem umożliwiającym zablokowanie go w stałym położeniu

a) widok kosza

b) „Korytko” do posadowienia sterownika radiowego

Źródło: Opracowanie własne

Sterowanie żurawiem z zamontowanym koszem w inny sposób, niż za pomocą sterownika radiowego jest kategoriycznie zabronione i teoretycznie niemożliwe. Oznacza to, że operator musi znajdować się w koszu. Wyłącznik awaryjny (rys. 12.7b) jest obligatoryjnym wyposażeniem zarówno żurawi, jak i podestów.

Sygnalizacja, że sterownik radiowy znajduje się w koszu jest realizowane za pomocą przewodu elektrycznego, którego końcówka od strony żurawia jest zaślepiona, gdy maszyna pracuje, jako żuraw.

Montaż kosza wymaga wymiany sworznia (inny dla podwieszenia haka, inny dla kosza, choć tej samej średnicy), którego końcówka z blokadą jest widoczna na rys. 12.8.



Rys. 12.8 Sposób połączenia przewodu elektrycznego kosza z ogranicznikiem obciążenia żurawia

Źródło: Opracowanie własne

Sworzeń, przeznaczony dla kosza, po wsunięciu do otworu w wysięgniku teleskopowym, załącza wyłącznik krańcowy na ostatniej sekcji tego wysięgnika. Przewód elektryczny łączy wyłącznik awaryjny w koszu z ogranicznikiem obciążenia. Jednoczesne załączenie wyłącznika krańcowego i podłączenie przewodu elektrycznego sygnalizuje, że ogranicznik obciążenia może zostać przełączony w tryb pracy podestu. Ogólny widok pulpitu ogranicznika pokazany jest na rys. 12.9.



Rys. 12.9 Pulpit sterowania ogranicznika żurawia EFFER

Źródło: Opracowanie własne

W lewym górnym rogu widoczny jest sygnalizator rozsuwu podparcia podpór oraz stacyjka kluczyka, przełączająca reżim pracy „żuraw – kosz”. Sygnalizator świeceniem czerwonych diod wskazuje, które z podpór zasadniczych lub dodatkowych nie są właściwie rozsunięte (czyli na pełną długość) i podparte. Po właściwym podparciu żurawia diody gasną.

Na środku widać duży przycisk awaryjnego zatrzymania żurawia, a obok niego przełącznik załączenia ogranicznika i przycisk resetowania błędnych wskazań z podświetleniem czerwoną lampką. Po zakończeniu procesu stabilizacji żurawia na podporach należy go nacisnąć – maszyna jest gotowa do pracy, a czerwona lampka gaśnie.

Pod wyłącznikiem awaryjnym umieszczony jest piktogram żurawia z diodami sygnalizującymi (w przypadku przeciążenia), który z siłowników jest przeciążony oraz trzy diody sygnalizujące normalny stan pracy (dioda zielona), stan 90% obciążenia (żółta) oraz stan 100% obciążenia – czerwona. Po osiągnięciu 90% obciążenia włącza się przerywany sygnał dźwiękowy, po osiągnięciu 100% – sygnał ciągły. Jednocześnie wyłączona zostaje możliwość wykonywania ruchów niebezpiecznym do czasu wyprowadzenia żurawia ze strefy przeciążenia.

Pod pulpitem ogranicznika znajduje się dźwignia przełączająca ruchy robocze podpór żurawia oraz dźwignie pomocniczego sterowania ręcznego.

Opisane wyżej elementy sterowania ogranicznikiem są w pełni zgodne z wymaganiami normy „żurawiowej”. Producent wydał na żuraw deklarację zgodności tak, jak wymaga tego Dyrektywa Maszynowa UE.

Kosz, produkt niezależnego producenta osprzętu do maszyn roboczych, firmy FERRARI 2 Intl. zgodnie z wymaganiami normy „podestowej” spełnia wszystkie jej wymagania, w szczególności możliwość samopoziomowania, bądź zablokowania w stałym położeniu, oraz wyłącznik awaryjny do zatrzymania maszyny, na której jest zamontowany (rys. 12.7). Dzięki temu jego producent również mógł wydać odrębną deklarację zgodności zgodnie z Dyrektywą Maszynową.

Podpory dodatkowe, przymocowane trwale do podwozia z tyłu pod skrzynią ładunkową są również produktem niezależnej wytwórni, włoskiej firmy Next Hydraulics S.r.l. Dobrane są w ten sposób, by zgodnie z wymaganiami normy „żurawiowej” zapewnić maszynie pełną stateczność w obliczonym dla niej zakresie kąta pracy. Wyposażone są w czujniki, które dają odpowiedni sygnał ogranicznikowi obciążenia żurawia (rys. 12.4b). Ich producent wystawił więc swoją deklarację zgodności.

Producent podwozia, firma IVECO, swoje samochody, w tym podwozie służące do montażu żurawia, również musiała wyposażyć w deklarację zgodności. Podobnie postąpił dostawca sterowania radiowego, szwedzka firma SCANRECO Industrieelektronik A.B. W rezultacie urządzenie (opisywane w niniejszym artykule), w swojej dokumentacji technicznej zawiera 5 „częstkowych” deklaracji zgodności – na każdy z elementów składowych zestawu, ponieważ wymaga tego Dyrektywa Maszynowa.

Pomimo wyposażenia w te deklaracje maszyna nie mogłaby być dopuszczona do eksploatacji na wspólnym europejskim rynku, gdyby nie ostatnia, najważniejsza deklaracja: niezależnej firmy, posiadającej akredytację do prowadzenia niezależnych badań

wyrobów technicznych takich, jak UTB, która stwierdza, że wszystkie elementy składowe opisywanego żurawia, zabudowane na tym samym konkretnym podwoziu jednocześnie, spełniają wymagania zawarte w Dyrektywie Maszynowej. Wydanie takiej deklaracji przez niezależną, ale akredytowaną jednostkę certyfikującą, posiadającą honorowany w całej Unii Europejskiej indywidualny numer identyfikujący, wymaga przeprowadzenia tak zwanych „badań typu”.

Deklaracja wydana po ich przeprowadzeniu stwierdza, że konkretna maszyna (jeśli badanie jej dotyczy), lub seria maszyn w identycznej kompletacji spełnia wymagania odpowiednich norm zharmonizowanych i wyrób – mający po tym badaniu prawo bycia oznaczonym znakiem „CE” może być sprzedawany na wspólnym Europejskim Rynku. Badany żuraw wymagania te spełnia. Jego parametry muszą jednak zostać sprawdzone przed rejestracją w polskim UDT przez uprawnionego inspektora [6], [7], [8].

12.4 WYMAGANIA NORMY PN-EN 280:2003 („PODESTOWEJ”)

Norma PN-EN 280, nazwana „podestową”, stawia przed maszyną konkretne wymagania, związane z bezpieczeństwem transportu ludzi w koszu. Należą do nich m.in.:

- obniżenie prędkości ruchów roboczych kosza w kierunku poziomym do 0,8 m/sek., a w kierunku pionowym do 0,5 m/sek.;
- sygnalizacja potwierdzająca, że podpory zostały prawidłowo wysunięte i podparte;
- automatyczne samopoziomowanie kosza do podnoszenia pracowników;
- zapewnienie awaryjnego systemu ewakuacyjnego na wypadek awarii podwozia.

Spośród tych wymagań żuraw, spełniający wymagania „swojej” normy PN-EN 12999, wymaga dokonania kilku dość istotnych zmian konstrukcyjnych, które jednak z technicznego punktu widzenia nie są zbyt trudne do wykonania.

Ograniczenie prędkości ruchów roboczych odbywa się poprzez włączenie dławienia strumienia oleju hydraulicznego, docierającego do rozdzielacza. Odpowiada za to elektrozawór, załączany w momencie, kiedy jednocześnie spełnione są następujące warunki:

- kluczyk w pulpicie ogranicznika obciążenia przełączony jest w pozycję „kosz”;
- kosz jest zamontowany za pomocą przypisanego do niego sworznia, który załącza odpowiedni wyłącznik krańcowy;
- kabel elektryczny kosza, umożliwiający prawidłowe działanie wyłącznika awaryjnego jest podłączony do wtyczki na wysięgniku;
- podpory żurawia są prawidłowo rozsunięte i podparte;
- pulpit sterowania radiowego jest prawidłowo umieszczony w korytku kosza.

Włączenie trybu pracy w reżimie „kosza” skutkuje zwiększeniem głośności pracy pompy, co świadczy o zwiększeniu oporów tłoczenia. Ponieważ jednak maszyna wyposażona jest w chłodnicę oleju, nie istnieje praktycznie groźba jego przegrzania w trakcie długotrwałej pracy. Sygnalizacja właściwego rozsuwu i podparcia podpór jest realizowana przez funkcję związaną z normą „żurawiovą”, więc nie wymaga to dodatkowych zmian konstrukcyjnych (w rozpatrywanym przypadku).

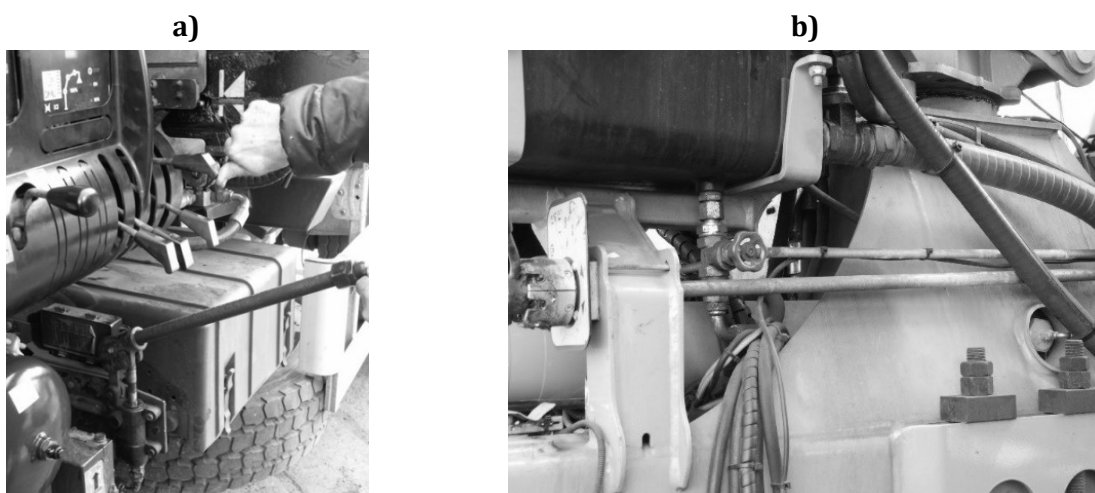
Jednak wymaganie dotyczące zapewnienie awaryjnego systemu ewakuacyjnego opuszczania kosza z ludźmi na wypadek awarii podwozia wymagało od konstruktora wykonania określonych zmian w konstrukcji żurawia.

12.5 DOSTOSOWANIE ŻURAWIA DO WYMAGAŃ NORMY EN 280

Podstawowy problem, związany z implementacją wymagań normy EN 280 do żurawi przenośnych jest kwestia awaryjnego składania maszyny z ludźmi w koszu w przypadku awarii podwozia. Żuraw można złożyć awaryjnie w sposób mniej lub bardziej inwazyjny z punktu widzenia prędkości wykonywanych w tym procesie ruchów roboczych. Gdy w koszu są ludzie – na dodatek z radiowym sterownikiem żurawia – sytuacja jest trudniejsza i stawiająca większe wymagania przed „ekipą ratunkową”.

W rozpatrywanym przypadku konstruktor przewidział zainstalowanie w układzie hydraulicznym ręcznej pompy, połączonej z rozdzielaczem głównym żurawia. Pompa została umieszczona pod rozdzielaczem w sposób umożliwiający jej uruchomienie za pomocą dźwigni (pręta) o odpowiedniej wytrzymałości.

Zbiornik oleju wyposażony został w dodatkowe wyjście z zaworem odcinającym, z którego olej spływa do pompy awaryjnej (rys. 12.10a i 12.10b).



Rys. 12.10 Sterowanie awaryjne żurawiem z koszem

a) położenie pompy awaryjnej

b) położenie zaworu odcinającego pompę awaryjną (zawór z pokręteł)

Źródło: Opracowanie własne

W przypadku wystąpienia awarii układu zasilania żurawia (czyli w praktyce uszkodzenia silnika samochodu bądź przystawki odbioru mocy lub pompy głównej) układ awaryjny działa po wykonaniu następujących czynności:

- należy otworzyć zawór odcinający w zbiorniku oleju (rys. 12.10b);
- sterownie żurawiem należy przełączyć na odbiorniku sterowania radiowego na sterowanie ręczne (rys. 12.2);
- należy wcisnąć przycisk na elektrozaworze awaryjnego wyłącznika (tzw. by – passa) i przekręcić go o 90 stopni w prawo (rys. 12.11);
- zasilanie części elektrycznej żurawia powinno być zapewnione.

Po wykonaniu tych czynności można wykonać dowolny ruch roboczy jednocześnie przesterowując odpowiednią dźwignię rozdzielacza i pompując olej za pomocą ręcznej pompy awaryjnej.



Rys. 12.11 Przycisk elektrozaworu wyłącznika awaryjnego (zaznaczony kółkiem)

Źródło: Opracowanie własne

PODSUMOWANIE

Z przedstawionych wyżej rozważań wynika, że jednoczesne spełnienie wymagań przywołanych dwóch norm zharmonizowanych: „żurawiowej” i „podestowej” w jednej maszynie – żurawiu przenośnym nie jest niemożliwe, ale wymaga dokonania w nim zmian konstrukcyjnych.

Spełnienie wymagań normy „żurawiowej” upraszcza dostosowanie maszyny do dodatkowych wymagań drugiej normy. Dzięki temu modernizacja żurawia do wykonywania dodatkowej funkcji podestu jest prostsza w realizacji.

Mimo wszystko dostosowanie żurawia przenośnego do pracy z koszem wymaga od konstruktora zastosowania dodatkowych rozwiązań, a od personelu zajmującego się eksploatacją i konserwacją – zdobycia i utrwalenia dodatkowych umiejętności.

Dokonywanie takich zmian jest jednak kosztowne. Z tego względu adaptację urządzenia do nowych potrzeb należy poprzedzić analizą techniczno-ekonomiczną opłacalności przedsięwzięcia.

PODZIĘKOWANIA

Artykuł jest wynikiem pracy statutowej o symbolu BK-223/ROZ-3/2015 pt. Znaczenie inżynierii produkcji w rozwoju innowacyjnych produktów i usług, realizowanej w Instytucie Inżynierii Produkcji na Wydziale Organizacji i Zarządzania Politechniki Śląskiej.

LITERATURA

- 1 Dyrektywa 2006/42/WE (Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej Nr L 157/24 z dnia 9 czerwca 2006 r.).
- 2 J. Mizgała, A. Stawinoga. „Zabezpieczenia układów hydraulicznych w pojazdach specjalnych. Systemy wspomagania w zarządzaniu środowiskiem”. II Międzynarodowa konferencja naukowa, Zubrec, Słowacja, 1-3 września 2005. Zbiór referatów. Gliwice: Politechnika Śląska. s. 116-126.
- 3 Norma PN-EN 280:2003 Podesty ruchome przejezdne. Obliczenia projektowe. Kryteria stateczności. Budowa. Bezpieczeństwo. Badania i próby.
- 4 Norma PN-EN 12999:2009 Żurawie przeładunkowe.
- 5 A. Piątkiewicz, R. Sobolski. *Dźwignice* t.1. Warszawa: WNT, 1977.
- 6 Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29.10.2003r. w sprawie warunków technicznych dozoru technicznego w zakresie eksploatacji niektórych urządzeń transportu bliskiego (Dz. U. Nr 193, poz. 1890).
- 7 Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 7.12.2012 r w sprawie rodzajów urządzeń technicznych podlegających dozorowi technicznemu (Dz. U. 2012 nr 0 poz.1468).
- 8 Ustawa z dnia 21.12.2000 r. o dozorze technicznym (Dz. U. Nr 122, poz. 1321) z późniejszymi zmianami.

ADAPTACJA ŻURAWIA PRZENOŚNEGO DO INNYCH ZASTOSOWAŃ W ŚWIETLE OBOWIĄZUJĄCYCH NORM – STUDIUM PRZYPADKU

Streszczenie: W artykule omówiono zagadnienie zastosowania żurawi przenośnych, stosowanych głównie do przemieszczania ładunków do innych potrzeb, zwłaszcza związanych z transportem ludzi. Obowiązujące w Unii Europejskiej prawo (w szczególności Dyrektywy Nowego Podejścia), nakłada na urządzenia techniczne wymóg spełnienia przez nie odpowiednich warunków w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa. Do obrotu może być wprowadzona tylko taka maszyna, która nie stwarza zagrożeń lub poziom ryzyka przy jej wykorzystaniu jest znany i akceptowalny. Definiują go normy europejskie, zwane w tym przypadku normami zharmonizowanymi. Jeśli dane urządzenie może mieć różne zastosowania, musi spełniać wymagania różnych norm zharmonizowanych. Wymusza to często konieczność dokonywania w nich zmian konstrukcyjnych.

Słowa kluczowe: norma maszynowa, normy zharmonizowane, bezpieczeństwo, żuraw przenośny

ADAPTATION OF TRUCK CRANE TO OTHER APPLICATIONS IN THE LIGHT OF APPLICABLE STANDARDS - CASE STUDY

Abstract: The article discusses the issue of the mobile cranes, used primarily for moving cargoes to other needs, especially related to transport people. The applicable law in the European Union (in particular the New Approach Directives), imposes a requirement on technical equipment to meet the relevant conditions for the protection of health and safety. Marketing authorization may be granted only to a machine which does not pose a threat or when risk levels during its use are known and acceptable. The levels are defined by European standards which, in this case, are called harmonized standards. If a device can have various applications, it must meet the requirements of various harmonized standards. This often forces the need to make structural changes to them.

Key words: machinery standard, harmonized standards, safety, truck crane

Dr inż. Jerzy MIZGAŁA
Politechnika Śląska
Wydział Organizacji i Zarządzania
Instytut Inżynierii Produkcji
ul. Roosevelta 26, 41-800 Zabrze
e-mail: J.Mizgala@polsl.pl

Dr inż. Alojzy STAWINOĞA
Politechnika Śląska
Wydział Organizacji i Zarządzania
Instytut Inżynierii Produkcji
ul. Roosevelta 26, 41-800 Zabrze
e-mail: A.Stawinoga@polsl.pl

Data przesłania artykułu do Redakcji: 10.05.2015
Data akceptacji artykułu przez Redakcję: 24.05.2015