



Klaudiusz Ziemek

**LABORATORYJNA  
WERSJA SYMULATORA  
ŻURAWIA WIEŻOWEGO  
Z PLATFORMĄ OBROTOWĄ  
DO PROWADZENIA SZKOLEŃ  
OPERATORÓW ŻURAWI**

**CIOP  PIB**

Materiały informacyjne CIOP-PIB

Laboratoryjna wersja symulatora żurawia wieżowego z platformą obrotową do prowadzenia szkoleń operatorów żurawi

*Opracowano na podstawie wyników IV etapu programu wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy” finansowanego w latach 2017-2019 w zakresie zadań służb państwowych przez Ministerstwo Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej.*

*Koordinator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.*

*Zadanie 4.G.27: Opracowanie laboratoryjnej wersji symulatora żurawia wieżowego z platformą obrotową do prowadzenia szkoleń operatorów żurawi*

Autor:

mgr Klaudiusz Ziemek – Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Techniki Bezpieczeństwa, Pracownia Techniki Rzeczywistości Wirtualnej

Zdjęcia na okładce i w środku: CIOP-PIB

© Copyright by

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

Warszawa 2019

**CIOP**  **PIB**

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy  
ul. Czerniakowska 16, 00-701 Warszawa  
tel. (48-22) 623 36 98, [www.ciop.pl](http://www.ciop.pl)

Poprawa systemu szkolenia operatorów żurawi wieżowych może znacząco podnieść bezpieczeństwo pracy na placach budów. Często przyczyną wypadków przy pracy z udziałem żurawi jest brak umiejętności i doświadczenia ich operatorów, dlatego należy uważnie przyjrzeć się procesowi szkolenia. Wprowadzenie wirtualnych symulatorów jest rozwiązaniem uzupełniającym obecny proces, dający początkującemu operatorowi możliwość nabrania doświadczenia oraz przetestowania i ugruntowania umiejętności, bez ryzyka związanego z użytkowaniem prawdziwej maszyny.

Celem zadania było zaprojektowanie, zbudowanie, oprogramowanie oraz przetestowanie prototypowej wersji symulatora żurawia wieżowego z obrotową platformą, do prowadzenia szkoleń operatorów. Założono, że urządzenie będzie wyposażone w dwa systemy wyświetlania obrazu – zestaw telewizorów otaczających pole widzenia operatora oraz gogle rzeczywistości wirtualnej.

W ramach pierwszego etapu zadania wykonano:

- weryfikację powszechności i dostępności rozwiązań tego typu na rynku
- opracowano wstępne założenia konstrukcyjne symulatora
- opracowano założenia funkcjonowania środowiska wirtualnego
- wykonano modele trójwymiarowych konstrukcji symulatora
- dokonano wyboru i zakupiono telewizory
- wykonano model trójwymiarowego żurawia wieżowego na podstawie modelu Liebherr
- wykonano model trójwymiarowy placu budowy w otoczeniu miejskim
- opracowano metodykę badawczą dla gotowego narzędzia
- wybrano i zweryfikowano narzędzia programistyczne wykorzystywane w dalszych etapach prac.

W drugim etapie przystąpiono do budowy konstrukcji symulatora, w tym:

- poprawiono i ukończono projekt konstrukcji symulatora
- zakupiono niezbędne elementy do wykonania konstrukcji
- ukończono opracowywanie środowiska wirtualnego
- zaimplementowano ruchy wirtualnego żurawia
- dodano interfejs komunikacji operatora z symulatorem przy użyciu wybranych urządzeń wejścia i wyjścia
- wykonano testy ułożenia zestawu monitorów otaczających pole widzenia użytkownika

- wykonano obliczenia wymaganych parametrów silnika do konstrukcji
- ukończono montaż konstrukcji symulatora i przeprowadzono wstępne testy jego funkcjonowania
- zaimplementowano system pogodowy w aplikacji.

W ostatnim etapie zadania wykonano:

- testy funkcjonowania otrzymanego narzędzia
- wprowadzono ważne modyfikacje (system śledzenia głowy operatora)
- dokonano poprawek znalezionych w testach błędów
- dodano zadania szkoleniowe w aplikacji
- odbyto wizytę w terenie, gdzie jest wykorzystywany żuraw wieżowy, po której dokonano modyfikacji fizyki zachowania się zawiesia i ładunku
- wykonano badania weryfikacyjne z udziałem grupy uczestników – zarówno doświadczonych operatorów żurawi wieżowych, jak i osób niezwiązanych z tym zawodem
- wykonano analizę wyników badań przeprowadzonych na opracowanym symulatorze.



Rysunek 1. Laboratoryjna wersja symulatora żurawia wieżowego

Opracowana prototypowa wersja symulatora wieżowego bardzo dobrze spełnia postawione w zadaniu założenia. Ogólna ocena funkcjonowania i przydatności tego urządzenia jest wysoka w przypadku wszystkich przeprowadzonych ankiet. Dostępne wersje symulatora mają znikomy wpływ na samopoczucie operatora, co jest bardzo ważnym aspektem w kontekście przeprowadzania szkoleń. Nie znaleziono definitywnie lepszego systemu wyświetlania obrazu i stwierdzono, że każdy z nich ma pewne zalety sprzyjające konkretnemu doświadczeniu.

Obrotowa platforma przyniosła bardzo dobre efekty zarówno w odczuciu obecności w środowisku wirtualnym, jak również w możliwości oddania rzeczywistego obrotu żurawia wieżowego. W trakcie pracy nad symulatorem powstały również kolejne pomysły rozwoju urządzenia w celu dalszego zwiększenia jego realności, a tym samym, poprawieniu jakości doświadczeń, które można na nim zdobyć.