

ANALIZA SKUTECZNOŚCI W SZKOLENIU PRAKTYCZNYM Z WYKORZYSTANIEM SYMULATORÓW MASZYN BUDOWLANYCH

Analyses of efficiency in practical training with use of construction machiner simulators

Kazimierz RYCHLIK, Stanisław ARASZKIEWICZ

Streszczenie: W artykule przedstawiono analizę skuteczności w szkoleniu praktycznym oraz postęp w nabywaniu umiejętności praktycznych przy wykorzystaniu technik symulacji z użyciem symulatora koparki jednonaczyniowej Volvo ECX210.

Słowa kluczowe: szkolenie zawodowe, symulator, koparka

Abstract: The paper presents an analysis of effectiveness in practical training and progress in acquiring practical skills using simulation techniques using the simulator of the Volvo ECX210 one-bucket excavator.

Keywords: vocational training, simulator, excavator

Wprowadzenie

W Ośrodku Szkolenia Operatorów Maszyn Instytutu Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego w Warszawie prowadzone są szkolenia operatorów maszyn roboczych przy wykorzystaniu nowoczesnych narzędzi i technik dydaktycznych, opartych o symulatory maszyn roboczych (rys. 1) [4].

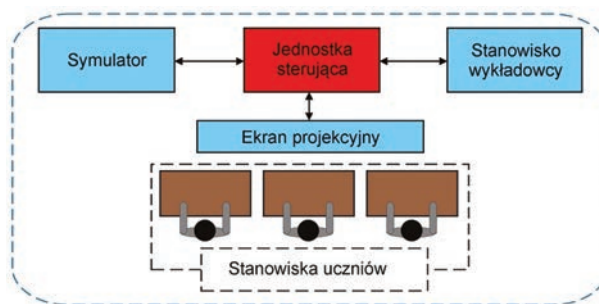
Równolegle ze szkoleniami prowadzone są prace badawczo-rozwojowe, których celem jest określenie



Rys. 1. Symulator koparki jednonaczyniowej EC210C
Fig. 1. Single-van excavator simulator EC210C

skuteczności dydaktycznej technik symulacji w procesie szkolenia i doskonalenia zawodowego operatorów maszyn budowlanych. Badania prowadzone są z uwzględnieniem specyfiki i różnorodności technologicznej placu budowy. Szczególny nacisk kładziony jest na badanie skuteczności dydaktycznej technik symulacji w szkoleniu praktycznym operatorów maszyn. Celem nadrzędnym jest zwiększenie bezpieczeństwa oraz jakości końcowej szkolenia praktycznego.

Badania skuteczności technik symulacji w szkoleniu praktycznym operatorów maszyn budowlanych prowadzone są w specjalnie przystosowanej do tego procesu, sali treningowo-szkoleniowej funkcjonującej w Instytucie Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego w Warszawie [2].

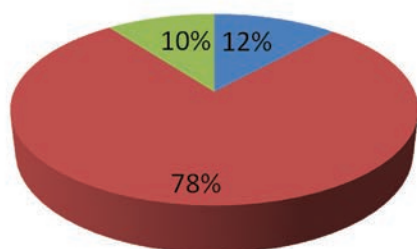


Rys. 2. Struktura sali treningowo-szkoleniowej wyposażonej w symulator koparki jednonaczyniowej EC210C
Fig. 2. Structure of the training and training room equipped with EC210C single stage turret simulator

Grupę badawczą stanowili kursanci uczestniczący w typowych szkoleniach operatorów maszyn w specjalności koparki jednonaczyniowe, klasa III. Cała grupa badawcza liczyła 68 osób i była zróżnicowana pod względem wykształcenia i doświadczenia zawodowego (rys. 3).

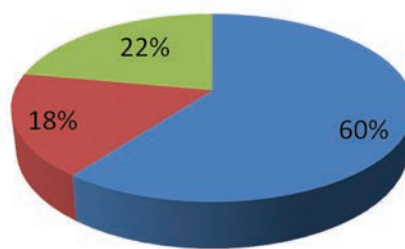
Udział w badaniu w podziale na wykształcenie

■ Podstawowe ■ Średnie ■ Wyższe



Udział w badaniu w podziale na doświadczenie

■ Małe ■ Średnie ■ Duże



Rys. 3. Udział osób w badaniu w podziale na wykształcenie i doświadczenie zawodowe
Fig. 3. Participation of persons in the study divided into education and professional experience

Badania zostały przeprowadzone w 7 grupach, liczących 9–10 osób. Każda grupa przystępująca do badań przeszła wcześniej w OSOM IMBiGS cykl szkoleń teoretycznych, obejmujących moduły [2], [3]:

- **M.BHP** – Bezpieczeństwo i higiena pracy.
- **M.U-O** – Użytkowanie i obsługa maszyn roboczych.
- **M.SI-1/III** – Ogólna budowa i obsługa koparek jednoznaczyniowych.



Rys. 4. Scenariusz – zadanie załadunku kamieni na wozidło
Fig. 4. Scenario – task of loading stones on the dump

- **M.SI-1/III** – Technologia robót realizowanych koparkami jednoznaczyniowymi.

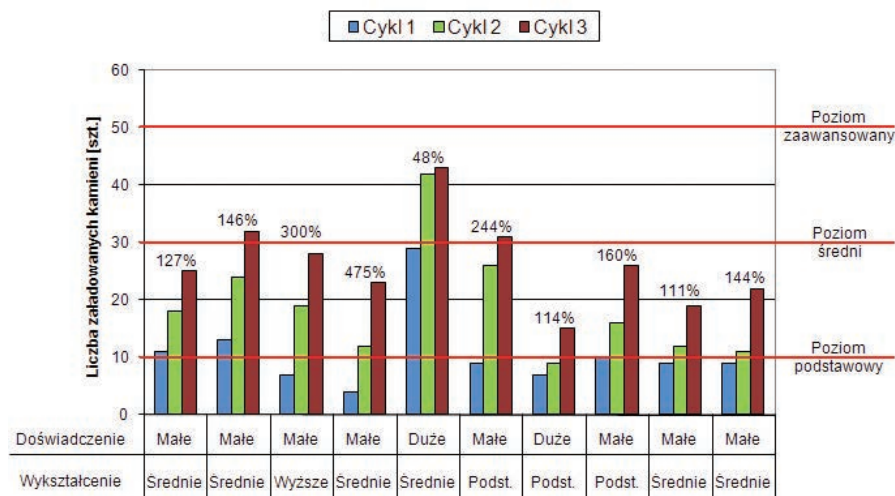
W trakcie badań grupa badawcza realizowała zadania technologiczne w trzech cyklach powtórzeniowych. Zadania zostały wybrane z dostępnego oprogramowania symulatora koparki jednoznaczyniowej EC210C firmy VOLVO, w którym użyto oprogramowania firmy ORYX SIMULATIONS [6].

Ze względu na duży zakres badań w artykule przedstawiony został jedynie fragment badań dotyczących dwóch zadań technologicznych [5].

Zadanie nr 1 – Załadunek kamieni na wozidło

- Cel: załadunek jak największej liczby kamieni.
- Czas realizacji zadania: 3 min od momentu uruchomienia silnika maszyny.
- Warunki: za każde uderzenie w burtę wozidła punkty karne (-1 kamień za uderzenie).

Na rys. 5 przedstawiono wyniki zadania nr 1 dla 10 osób z grupy badawczej nr 6. Podane na rysunku wartości procentowe określają zmianę wyniku cyklu 3-go w stosunku do 1-go. Na potrzeby analizy wyniki cyklu 1-go przyjęto na poziomie 100%.



Rys. 5. Wyniki zadania nr 1 z uwzględnieniem doświadczenia i wykształcenia dla 10 osób z grupy badawczej nr 6
Fig. 5. Results of task no. 1 taking into account experience and education for 10 persons from research group no. 6

Uzyskane wyniki w zadaniu nr 1 wskazują w każdym przypadku na poprawę wyników cyklu 3-go względem 1-go. Na podstawie uzyskanych wyników zostały określone poziomy zdobytych kwalifikacji w zakresie praktycznych umiejętności pracy maszyną. W tym przypadku większość kursantów uzyskała już na początku szkolenia poziom podstawowy. Niestety kolejne cykle powtórzeniowe zadania pozwoliły tylko trzem kursantom na uzyskanie poziomu średniego, co wskazuje że pozostałe osoby wymagały nadal szkolenia umiejętności praktycznych na poziomie podstawowym.

Zadanie nr 2 – Załadunek ziemi na samochód

- Cel: załadunek jak największej ilości ziemi.
- Czas realizacji zadania: 3 min od momentu uruchomienia silnika maszyny.
- Warunki: za każde uderzenie w burtę samochodu punkty karne (-0,8 m³ ziemi za uderzenie).

Na rys. 7 przedstawiono wyniki zadania nr 2 dla 10 osób z tej samej grupy badawczej nr 6 jak dla zadania nr 1. Podane na rysunku wartości procentowe określają



Rys. 6. Scenariusz – zadanie załadunku ziemi na wozidło
Fig. 6. The scenario – the task of loading the land on a dump

zmianę wyniku cyklu 3-go w stosunku do 1-go. Na potrzeby analizy wyniki cyklu 1-go przyjęto na poziomie 100%.

Uzyskane wyniki w zadaniu nr 2, podobnie jak w zadaniu nr 1, wskazują również w każdym przypadku na poprawę wyników cyklu 3-go względem 1-go. W zadaniu nr 2, gdzie nastąpiła zmiana rodzaju załadowywanego materiału z kamieni na ziemię, dokonano również podziału wyników na poziomy uzyskanych umiejętności. Spośród całej grupy badawczej tylko dwie osoby uzyskały poziom średni i nikt nie osiągnął poziomu zaawansowanego.

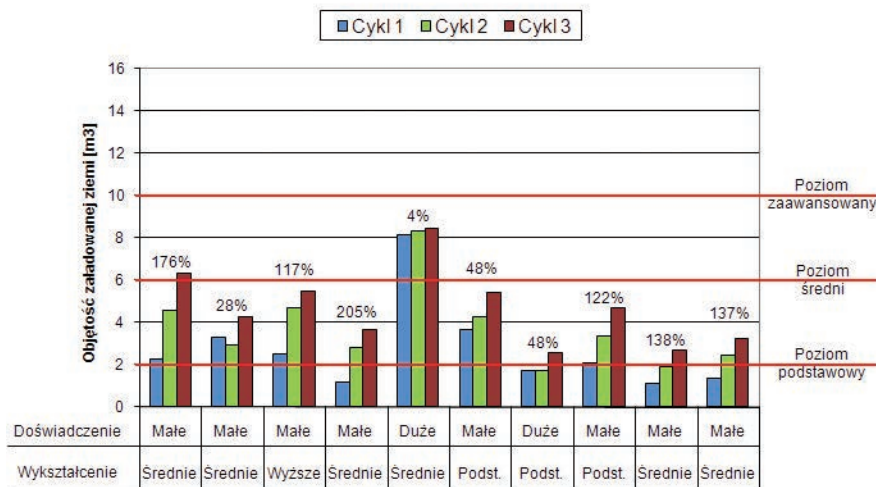
Przedstawione wyniki w jednoznacznie przedstawiają aktualny poziom zdobytych umiejętności praktycznych i są wskazaniem dla dalszej konfiguracji zadań treningowych realizowanych na symulatorze.

Analizie poddano również wyniki w poszczególnych grupach uczestników szkolenia w zależności od ich doświadczenia początkowego łącznie dla 68 osób. Doświadczenie pogrupowano w zależności od liczby posiadanych przez uczestnika Szkolenia uprawnień operatora maszyny roboczej:

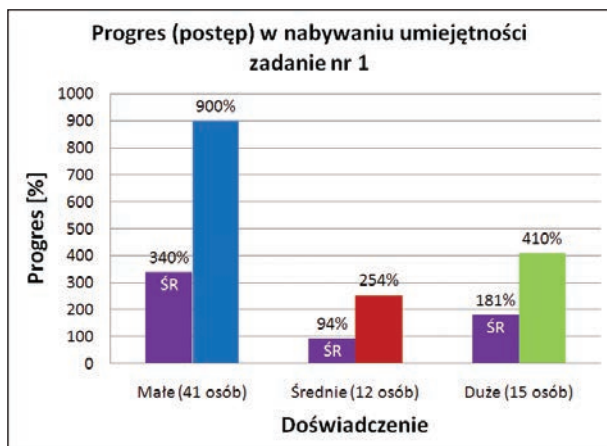
- **doświadczenie małe** – uczestnik szkolenia bez uprawnień operatora maszyny roboczej,
- **doświadczenie średnie** – uczestnik szkolenia posiada 1 uprawnienie operatora maszyny roboczej,
- **doświadczenie duże** – uczestnik szkolenia posiada min. 2 uprawnienia operatora maszyny roboczej.

Na rys. 8 i 9 przedstawiono wyniki zadania nr 1 (rys. 8) i zadania nr 2 (rys. 9) dla poszczególnych grup o doświadczeniu małym (41 osób), średnim (12 osób) i dużym (15 osób) czyli dla całej grupy badawczej liczącej 68 osób. Przedstawione na rysunkach wartości procentowe dla danej grupy określają:

- wartość największą – najlepszy wynik cyklu 3-go w stosunku do 1-go każdej osoby w danej grupie,
- wartość średnią – średnia arytmetyczna najlepszych wyników cyklu 3-go w stosunku do 1-go każdej osoby w danej grupie.



Rys. 7. Wyniki zadania nr 2 z uwzględnieniem doświadczenia i wykształcenia dla 10 osób z grupy badawczej nr 6
Fig. 7. Results of task no. 2 taking into account experience and education for 10 persons from research group no. 6



Rys. 8. Wyniki maksymalnego i średniego postępu w nabywaniu umiejętności dla pełnej grupy badawczej (68 osób) w zadaniu nr 1

Fig. 8. Results of maximum and average progress in acquiring skills for a full research group (68 persons) in task no. 1

Na podstawie przeprowadzonej analizy zaobserwowano, że osoby o małym doświadczeniu uzyskują największe postępy w zdobywaniu umiejętności praktycznych. Warto również zwrócić uwagę, iż 60% w całej grupie badawczej stanowiły osoby o małym doświadczeniu zawodowym, a więc bez żadnych uprawnień do pracy z maszynami roboczymi.

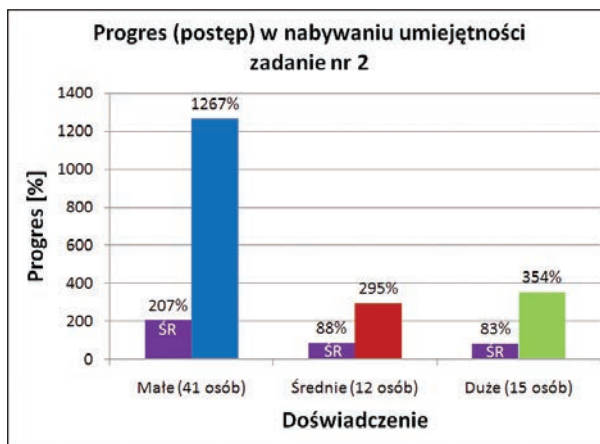
Podsumowanie

Analiza wskazała, iż u osób o dużym doświadczeniu odnotowywane są bardzo wysokie wyniki początkowe, które w kolejnych cyklach ulegają silnej stagnacji. Osoby te osiągają 4-krotny przyrost umiejętności praktycznych. Natomiast osoby o małym doświadczeniu początkowym uzyskują niskie wyniki początkowe, ale za to wykazują większy progres w nabywaniu umiejętności, nawet 9-krotny.

Zestawienie średnich wyników na rys. 8 i 9 potwierdza, że w grupie osób z małym doświadczeniem przyrost umiejętności jest 2-3-krotnie większy niż w grupach z średnim i dużym doświadczeniem.

Zróżnicowane tempo nabywania umiejętności praktycznych kursantów potwierdza konieczność wprowadzenia poziomów zdobytych umiejętności (podstawowy, średni, zaawansowany). Na podstawie poziomów i osiągniętych wyników możliwe jest budowanie indywidualnych scenariuszy (zadań) szkoleniowych.

Wykorzystane w badaniach elementy szkolenia praktycznego operatorów maszyn nie kończą procesu szkoleniowego, lecz są kontynuowane wg dalszych programów.



Rys. 9. Wyniki maksymalnego i średniego postępu w nabywaniu umiejętności dla pełnej grupy badawczej (68 osób) w zadaniu nr 2

Fig. 9. Results of maximum and average progress in acquiring skills for a full research group (68 persons) in task no. 2

LITERATURA

- [1] Jodłowski M., T. Koperski, D. Szwiertnia. 2014. „Program nauczania operatorów koparek jednonaczyniowych w zakresie III klasy uprawnień. Zajęcia praktyczne na stanowisku symulatora koparki jednonaczyniowej Volvo ECX210 wyposażonym w tablicę interaktywną”. Warszawa.
- [2] Koperski T. i in. 2017. „Program szkolenia operatorów klasy III koparek jednonaczyniowych w zakresie modułu M.SI-1/III – przedmioty specjalistyczne”. Warszawa.
- [3] Koperski T. i in. 2017. „Program szkolenia operatorów maszyn roboczych w zakresie modułów M.BHP oraz M.U-O”. Warszawa.
- [4] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z 20.09.2001 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas eksploatacji maszyn i innych urządzeń technicznych do robót ziemnych, budowlanych i drogowych (Dz.U.2001.118.1263) z późn. zm.
- [5] Rychlik K., S. Araszkiwicz. 2017. „Bezpieczeństwo pracy priorytetem w szkoleniach OSOM IMBiGS”. *Forum Budowlane* (4).
- [6] VOLVO EXC SIMULATOR – Instrukcja obsługi profesjonalnego symulatora koparki VOLVO EC210C.

mgr inż. Kazimierz Rychlik – Instytut Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego, ul. Racjonalizacji 6/8, 02-673 Warszawa, e-mail: k.rychlik@imbigs.pl

mgr inż. Stanisław Araszkiwicz – Instytut Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego, ul. Racjonalizacji 6/8, 02-673 Warszawa, e-mail: s.araszkiwicz@imbigs.pl