

## STRESZCZENIE

**Tytuł:** Interaktywna metoda planowania robót montażowych w budownictwie kubaturowym

mgr inż. Maciej Banach

Czas i koszt realizacji robót budowlanych to kluczowe czynniki związane z planowaniem produkcji budowlanej. Jedną z zasadniczych możliwości skrócenia czasu realizacji robót budowlanych jest prefabrykacja. Koszty tej technologii mogą być konkurencyjne, pod warunkiem właściwej organizacji robót montażowych. Z tego względu w pracy podjęto próbę opracowania interaktywnej metody planowania robót montażowych w budownictwie kubaturowym, która pozwala na lepszą organizację tych prac.

Punktem wyjścia do rozwiązania zagadnień planistycznych robót montażowych jest identyfikacja problemów oraz ograniczeń technologiczno-organizacyjnych związanych z prowadzeniem robót montażowych. Przeanalizowano osiągnięcia naukowe w obszarze planowania pracy maszyn montażowych i techniki rozwiązywania problemów, wykazując przy tym, że nie opracowano dotychczas, możliwego do wykorzystania w praktyce, kompleksowego narzędzia wspomagającego planowanie robót montażowych. Było to przesłanką dla zaproponowania interaktywnej metody planowania tych robót w budownictwie kubaturowym.

W pracy przyjęto tezę, że możliwe jest opracowanie metodyki planowania robót montażowych umożliwiającej poprawę efektywności ich wykonania w określonych warunkach budowy. W celu udowodnienia tej tezy:

- przeprowadzono studia nad problemami planowania robót montażowych,
- przedstawiono dotychczasowe osiągnięcia naukowe w planowaniu tych robót,
- zaproponowano model systemu decyzyjnego planowania robót montażowych, oraz opracowano autorskie narzędzie planistyczne,
- przedstawiono przykład planowania robót montażowych potwierdzający skuteczność zaproponowanej metody.

Zagadnienia te zostały przedstawione w ośmiu rozdziałach pracy. W pierwszym rozdziale dokonano wprowadzenia w tematykę rozprawy, ujmując jej przedmiot, cel i tezę, a ponadto sformułowano przesłanki do podjęcia badań i studiów w obszarze tematu rozprawy.

W rozdziale drugim przedstawiono zagadnienia wynikające z analizy problemowej transportu elementów prefabrykowanych na teren budowy oraz planowania robót montażowych. Opisano dotychczasowy stan wiedzy w zakresie rozwiązywania problemów transportowych i montażowych. Wskazano problemy transportowe i montażowe w odniesieniu

do elementów prefabrykowanych, oraz przedstawiono metody usprawniania procesów harmonogramowania robót budowlanych, w tym ocenę ryzyka niedotrzymania dyrektywnego terminu zakończenia przedsięwzięcia budowlanego, a ponadto sposoby na zmniejszanie tego ryzyka.

W kolejnych rozdziałach przedstawiono metodę planowania robót montażowych. Pierwszym elementem tego planowania jest wybór rodzajów maszyn montażowych z uwzględnieniem pozacenowych i pozaczasowych kryteriów oceny. W tym celu przeprowadzono badania ankietowe, ustalono kryteria decydujące o wyborze rodzaju żurawia oraz dokonano ich oceny. Przeanalizowano metody różnicujące wagi w celu uszeregowania tych kryteriów, wybierając ostatecznie metodę wykładniczą (RE). Dokonano analizy metod wspomagających podjęcie decyzji wyboru rodzaju maszyn montażowych, i na tej podstawie wybrano jedne z podstawowych wielokryterialnych metod analizy decyzji (MCDA) – metody sumy ważonej SAW i FSAW. Opisano model teoretyczny rozwiązania z wykorzystaniem powyższych metod oraz przedstawiono przykład obliczeniowy.

W kontekście zasadniczego problemu rozprawy zaproponowano program wspomagający planowanie. Jego opracowanie poprzedzono przedstawieniem modelu pracy maszyn montażowych i zdefiniowaniem ich bazy danych. Koncepcję programu przedstawiono z wykorzystaniem prostego zadania montażowego, zaś skuteczność działania narzędzia potwierdzono symulując rzeczywisty przebieg wykonywania robót montażowych obiektu biurowego oraz przedstawiając alternatywne warianty prowadzenia tych robót.

Przedstawione analizy deterministyczne i osiągnięte wyniki planowania wzbogacono o analizę ryzyka w procesie decyzyjnym. Przeprowadzono pilotażowe badania czasów montażu wybranych elementów prefabrykowanych, wykonując w nich pomiary własne i kierowników robót. Udowodniono, testami Kołmogrowa-Smirnowa, Lillieforsa oraz Shapiro-Wilka, normalność rozkładu czasu montażu. Wykazano wiarygodność badań kierowników robót testem t-Studenta dla prób niezależnych, oraz przeprowadzono analizy statystyczne czasu montażu wybranych elementów prefabrykowanych. Porównano dwa rozwiązania planowania robót montażowych w warunkach probabilistycznych z wykorzystaniem programu RiskyProject. Uwzględniono niepewność czasu montażu oraz przyjęto niepewność kosztów jednostkowych pracy brygad montażowych. Uzyskane wyniki oceny rozwiązań planowania robót montażowych pozwoliły na ocenę ryzyka niedotrzymania terminu zakończenia robót oraz założonych kosztów robót montażowych.

**Słowa kluczowe:** planowanie robót montażowych, montaż konstrukcji prefabrykowanych, prefabrykacja, maszyny montażowe, żurawie budowlane.