



POLITECHNIKA LUBELSKA

WYDZIAŁ BUDOWNICTWA I ARCHITEKTURY

**ROZPRAWA DOKTORSKA**

**STRESZCZENIE**

mgr inż. Michał Grzegorz Tomczak

**METODA HARMONIZACJI WYKONANIA PROCESÓW  
WIELOOBIEKTOWEGO PRZEDSIĘWZIĘCIA BUDOWLANEGO**

Promotor:

Dr hab. inż. Piotr Jaśkowski, prof. uczelni

Promotor pomocniczy:

Dr inż. Robert Cezary Bucoń

Lublin 2020

W pracy przedstawiono metodę harmonizacji wykonania procesów wieloobektowego przedsięwzięcia budowlanego. Celem pracy było opracowanie metody harmonizacji wykonania niejednorodnych procesów wieloobektowego przedsięwzięcia budowlanego w warunkach deterministycznych umożliwiającej minimalizację czasu realizacji przedsięwzięcia i obiektów budowlanych oraz przerw w pracy z uwzględnieniem preferencji decydenta co do istotności tych celów optymalizacji harmonogramu budowy.

Pierwszym krokiem zrealizowanych badań było studium literatury, które wykonano w celu analizy istniejących metod harmonizacji wieloobektowych przedsięwzięć budowlanych. Z analizy literatury wynika, że tak postawiony problem harmonizacji przedsięwzięć budowlanych, jak w niniejszej pracy, nie był dotychczas sformułowany i nie doczekał się metod rozwiązań.

Kolejnym krokiem realizowanej metodyki badań było przeprowadzenie badań ankietowych wśród kadry kierowniczej przedsięwzięć budowlanych. Uzyskane w niej informacje pozwoliły rozpoznać stosowane w praktyce kryteria oceny harmonogramów budowlanych: minimalizacji czasu realizacji całego przedsięwzięcia i poszczególnych obiektów budowlanych oraz minimalizacji przerw w pracy brygad. Istotność zdefiniowanych kryteriów oceny harmonogramów można wprowadzić za pomocą jednego z trzech sposobów:

- dyrektywnego wskazania wag przez decydenta,
- autorskiej grupowej metody wspomaganie podejmowania decyzji będącej rozwinięciem rozmytej metody AHP w ujęciu Mikhailova,
- interaktywnej metody wspomaganie podejmowania decyzji wzorowanej na metodzie przeglądu wiązką światła.

Następnie, dokonano identyfikacji modelu problemu harmonizacji wykonania procesów przedsięwzięcia budowlanego oraz jego formalizacji matematycznej. Zaproponowane ujęcie zagadnienia uniemożliwia generowanie rozwiązań niedopuszczalnych, a jednocześnie nie pomija rozwiązań, które mogą być użyteczne. Zaproponowany w pracy sposób matematycznego ujęcia problemu znacząco skraca czas obliczeń oraz ułatwia jego rozwiązanie. Kolejny etap badań polegał na opracowaniu oraz oprogramowaniu algorytmu metaheurystycznego (algorytmu optymalizacji rojem cząstek) w celu poszukiwania rozwiązań niezdominowanych zagadnienia (dokładnych lub przybliżonych).

Model zagadnienia oraz uzyskiwane za pomocą systemu komputerowego rozwiązania poddano badaniom weryfikacyjnym. Polegały one na wykonaniu testów: konfrontacji danych,

warunków brzegowych, stabilności otrzymywanego rozwiązania, analizy wrażliwości i efektywności czasowej uzyskanego rozwiązania. Opracowany system komputerowy pozytywnie przeszedł wszystkie przeprowadzone testy kontrolne.

Stworzoną metodę zastosowano do harmonizacji wykonania procesów drugiego etapu Elizówka Park. Redukcja czasu wykonania przedsięwzięcia, dla preferowanego rozwiązania przez kierownika budowy, otrzymana za pomocą opracowanego systemu, względem harmonogramu skierowanego w rzeczywistości do realizacji wyniosła od 25 % do 35 % (w zależności od sposobu wyboru wag kryteriów oceny).

Na końcu pracy zestawiono uzyskane wyniki i wnioski. Opracowana metoda harmonizacji wykonania procesów budowlanego przedsięwzięcia wieloobiektowego może wspomagać decyzje zarządzających budową przy projektowaniu organizacji robót budowlanych i poprawić efektywność realizacji przedsięwzięcia (zgodnie z preferencjami decydenta).



LUBLIN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE

**DOCTORAL DISSERTATION**

**ABSTRACT**

Michał Grzegorz Tomczak, MSc Eng

METHOD OF HARMONIZING CONSTRUCTION PROCESSES  
IN MULTI-OBJECT PROJECTS

Supervisor:

Piotr Jaśkowski, PhD Habil. Eng

Supporting supervisor:

Robert Cezary Bucoń, PhD Eng

Lublin 2020

The dissertation puts forward a method of harmonizing construction processes related to the execution of projects that involve the erection of multiple buildings. The method is, by assumption, deterministic. Its aim is to generate construction schedules of minimized overall project duration, minimized completion time of particular buildings, as well as minimized resource downtimes. As these three optimization objectives are, in most cases, contradictory, the method bases on the decision maker's preferences on their relevance.

The first step of the research was a literature review to analyze the existing methods. A knowledge gap was found: no direct solution to the above-defined problem under the above-listed criteria was found.

The next step was a survey among the construction managers to recognize the criteria used for assessing the quality of construction schedules in practical cases. The survey confirmed that minimizing the time of execution of the entire project and individual buildings, and minimizing interruptions in construction crews' workflow were considered most significant.

The proposed method requires that the criteria weights are given by the scheduler to express the constraints of a particular case. These weights can be defined in one of the following ways:

- by an arbitrary decision of the decision-maker,
- by aggregating opinions of a number of decision-makers (here, the author proposed an original method of aggregating opinions, a development of the fuzzy AHP according to Mikhailov)
- using an interactive decision support method that draws from the idea of the light beam search algorithm.

The research step to follow was the model identification: the mathematical formalization of the problem of harmonizing the construction works. The model prevents generating unacceptable schedules and, at the same time, does not exclude solutions that are potentially acceptable. The mathematical formulation proved satisfactory in terms of the runtime performance of the program created on its basis. Its core was a metaheuristic algorithm (the particle swarm optimization algorithm) to search for the exact or approximate non-dominated solutions.

The model and the solutions obtained by means of the program were subject to verification. The tests comprised data confrontation, checks on the boundary conditions, the

stability of the solution, sensitivity analysis, and runtime performance. The program successfully passed all these tests.

To validate the method in a problem of a real-life scale, it was applied to harmonizing the schedule of a multifamily housing project (2<sup>nd</sup> Stage of Elizówka Park Project in Lublin), with input and original schedule supplied by the contractor. The reduction of the project duration (relative to the contractor's schedule) was between 25% and 35%, depending on the weights assigned to the optimization criteria.

The proposed method of harmonizing construction processes of projects with multiple buildings proved fit to support the scheduling process. It is applicable to designing the organization of construction works and improving resource utilization according to the decision-maker priorities.