

Wpłynęło

29.04.2019

Data

gpc

Podpis

dr hab. inż. Roman MARCINKOWSKI, prof. uczelni
Politechnika Warszawska Filia w Płocku
Wydział Budownictwa Mechaniki i Petrochemii
ul. Łukasiewicza 17
09-400 Płock

Płock, 24.04.2019 r.

RECENZJA
rozprawy doktorskiej mgr. inż. Daniela Przywary
pt. „Analiza czasowo-kosztowa w monitoringu robót harmonogramu
budowlanego”

Recenzję opracowano na zlecenie Rady Wydziału Budownictwa i Architektury Politechniki Opolskiej w Opolu – pismo Dziekana Wydziału Budownictwa i Architektury nr RB00ST00/97/2019 z dnia 18.03.2019 r.

1. Przedmiot, cele i tezy rozprawy

Rozprawa doktorska Pana mgr. inż. Daniela Przywary „Analiza czasowo-kosztowa w monitoringu robót harmonogramu budowlanego” dotyczy monitorowania realizacji przedsięwzięć budowlanych pod względem kosztów i czasu ich wykonania lub osiągnięcia odpowiednich stanów w ich wykonaniu. Celem Autora było zbadanie skuteczności działania *metody wartości wypracowanej* EVM (wraz z jej proponowanym rozszerzeniem) w przedsięwzięciach o różnych strukturach organizacyjnych realizacji robót budowlanych oraz opracowanie sposobu monitorowania płynności finansowej przedsięwzięcia budowlanego na podstawie pozyskiwanych w celu zastosowania metody EVM wskaźników. Ten drugi cel uzyskany został poprzez autorskie rozszerzenie zakresu analizy w metodzie EVM.

Głównym problemem podjętym w rozprawie było wyznaczenie sposobu określania odchyleń czasowych i kosztowych istotnych do zarządzania przedsięwzięciami realizowanymi wg określonych harmonogramów z obserwacją stanu zaawansowania robót i poniesionych kosztów. Autor sformułował następujące tezy pracy, cytując:

1. *Powstające w realizacji robót harmonogramu odchylenia czasowe i kosztowe przyczyniają się do zmiany płynności finansowej przedsięwzięcia, której nie ujmuje klasyczny algorytm metody wartości uzyskanej.*
2. *Możliwe jest wskazanie miejsc i poziomu powstawania odchyleń czasowych i kosztowych w harmonogramie, poprzez budowę odpowiedniego algorytmu obliczeniowego – uwzględniającego poziom aktualnej płynności finansowej.*
3. *Algorytmy obliczeniowe monitorujące odchylenia czasowe i kosztowe harmonogramu mogą zwiększyć efektywność metody wartości uzyskanej, poprzez poszerzenie jej o wskaźniki uwzględniające stan płynności finansowej przedsięwzięcia.* Koniec cytatu.

Autor wszystkie swoje propozycje algorytmów (moim zdaniem są to formuły obliczeniowe) wywodzi ze znanej metody EVM, określając ją jako *metoda wartości uzyskanej*. Moim zdaniem bardziej trafne i powszechne jest określenie *metoda wartości wypracowanej* – ang. *Earned Value Method*.

Badania prowadzone były metodą eksperymentów na modelach testowych, które stanowiły harmonogramy przedsięwzięć budowlanych i przyjęte scenariusze wzrostu kosztów (prowadzących do niedoszacowania budżetu) i czasu realizacji zadań (prowadzących do opóźnień czasowych robót).

2. Treść rozprawy

Praca liczy 242 strony. Zawiera cztery rozdziały, *Załącznik z charakterystykami modeli testowych metodą EVM* i *Suplement do badań nad algorytmem monitorującym odchylenia czasowe i kosztowe w trakcie realizacji robót*. Rozprawę uzupełniają: *streszczenia* (w języku polskim i angielskim), „*Indeks oznaczeń*” oraz wykazy *bibliografii, rysunków, tabel i wykresów*.

Zasadniczą treść rozprawy stanowią:

- **wstęp do rozprawy** (rozdział 1), w którym Autor po krótkim wprowadzeniu określa potrzebę badań podjętych w rozprawie z określeniem celu, zakresu, przedmiotu, tezy i metodyki badawczej;
- **przegląd stanu badań nad monitoringiem robót według kryterium czasowego i kosztowego** (rozdział 2) – zawierający opis struktur realizacji przedsięwzięć budowlanych, wyjaśnienia dotyczące monitorowania płynności finansowej oraz syntetyczne bardzo dobre ujęcie stanu badań nad różnymi aspektami metody EVM;
- **propozycja autorska** badania (monitorowania) płynności finansowej oraz odchyżeń czasowych i kosztowych harmonogramu realizacji przedsięwzięcia z przedstawieniem zakresu badań testowych algorytmów metody EVM, podjętych w dalszej części pracy;
- **opisy eksperymentów** na harmonogramach przedsięwzięć budowlanych o różnych strukturach organizacji robót pod względem skuteczności algorytmu monitorującego odchylenia czasowe i kosztowe w trakcie realizacji robót;
- **posumowanie badań i wnioski końcowe**, które jako podrozdział opisów eksperymentów wyróżniam specjalnie, z uwagi na istotność zawartych tam treści dla celów i tez pracy.

Ogólnie należy stwierdzić, że układ treści rozprawy jest logiczny i powiązany z realizacją nakreślonego celu. W rozprawie wykorzystano 122 pozycje literatury (głównie w języku angielskim, 40 pozycji w języku polskim, 9 pozycji własnych Autora rozprawy).

Jądrem rozprawy doktorskiej są rozdziały 3 i 4, w których przedstawiono algorytmy monitorujące odchylenia czasowe i kosztowe w trakcie realizacji robót i ich implementację do różnych przedsięwzięć budowlanych – do eksperymentów analitycznych. Eksperymenty Doktorant przeprowadził na modelach 6. przedsięwzięć i na 7. harmonogramach, przy zakładaniu 4. scenariuszy opóźnień realizacji zadań (o 5, 10, 15 i 20%) oraz 4. scenariuszy wzrostu kosztów (o 10, 20, 30 i 40%) – w stosunku do pierwotnych planów określonych harmonogramami realizacji przedsięwzięć; przy przyjęciu miesięcznych odstępów pomiędzy punktami obserwacji zakresu – kosztów – czasu. Badania te bazują na realnych harmonogramach budów mają jednak teoretyczne, modelowe założenia w zakresie wzrostu czasu i kosztów realizacji procesów budowlanych ujętych w tych harmonogramach.

W suplemencie do pracy Autor przedstawił analizy skuteczności dodatkowych algorytmów monitorowania tempa narastania kosztów (C-S) i tempa realizacji robót (w pracy „wydajności robót”) w kontekście ponoszonych kosztów (S-C), ustalane na podstawie budżetowych kosztów pracy zaplanowanej (BCWS) w harmonogramie i rzeczywistych kosztów wykonanej pracy (ACWP).

3. Ocena merytoryczna rozprawy

Metoda wartości wypracowanej jest znaną techniką wspomagającą zarządzanie projektami. Mimo wielu zalet, uczeni formułują do niej wiele zastrzeżeń i modyfikacji. Oprócz bezspornych trudności z pozyskiwaniem danych do jej stosowania, autorzy publikacji naukowych wskazują na niestabilność wskaźników metody w fazie początkowej realizacji przedsięwzięcia, różne koszty opóźnień czasowych w czasie realizacji przedsięwzięcia, różną wrażliwość struktur organizacyjnych przedsięwzięć na zakłócenia czasowo-kosztowe, itd. Jej niewątpliwą zaletą jest prostota. Metoda pozwala ocenić kondycję realizowanego przedsięwzięcia w kontekście zgodności tempa prac i konsumpcji budżetu z założonym planem. Pozwala również prognozować datę końca przedsięwzięcia i koszty całego projektu na podstawie analizy dynamiki zmian wskaźników. **Nie opracowano jednak jak dotąd techniki monitorowania płynności finansowej budowy (przedsięwzięcia) poprzez badanie odchyleń czasowych i kosztowych w jej realizacji – co ma miejsce w recenzowanej pracy doktorskiej.** Przedstawione w dysertacji algorytmy (moim zdaniem – propozycje analiz) poszerzają funkcjonalność metody, a badania na modelach testowych pokazują jej względną użyteczność w różnych sytuacjach realizacyjnych (oczywiście w kontekście zakresu, kosztów, czasu i struktury organizacyjnej robót ujętych w planie przedsięwzięcia).

Treść i zakres recenzowanego opracowania odpowiada celowi i potrzebie zweryfikowania przyjętych tez. Rozważania oparte są na naukowych podstawach głównie nauk o zarządzaniu i ekonomiki budownictwa przy wykorzystaniu wiedzy z zakresu inżynierii przedsięwzięć budowlanych – głównie harmonogramowania. Przy czym, Autor z dużą starannością powołuje się w treści rozprawy na wykorzystywane w niej osiągnięcia nauki, stosując bardzo liczne przypisy i odniesienia do źródeł literaturowych. Podkreślam tą cechę rozprawy, bowiem stanowi ona o dojrzałości naukowej Doktoranta.

Osiągnięciem Autora dysertacji jest zbadanie wrażliwości techniki monitorowania harmonogramu realizacji przedsięwzięcia, w aspekcie kosztów i czasu realizacji robót budowlanych, w przedsięwzięciach budowlanych o różnej strukturze organizacji robót oraz monitorowania płynności finansowej przedsięwzięcia. Autor wprowadził do metody EVM dwa dodatkowe parametry oceny: **wskaźnik (T/C)** zmiany płynności finansowej przedsięwzięcia ($TV=BCWS-ACWP$) w funkcji odchylenia kosztów ($CV=BCWP-ACWP$) i **wskaźnik (T/S)** zmiany płynności finansowej (TV) w funkcji odchylenia od harmonogramu ($SV=BCWP-BCWS$). Wskaźniki te informują o zmianach TV (różnicy zaplanowanych kosztów budżetowych i kosztów poniesionych) w stosunku do budżetowego kosztu wykonania pracy pomniejszonego o koszty rzeczywiście poniesione – a więc odchylenia kosztu, i w stosunku do odchylenia od harmonogramowego zaawansowania robót, ustalanego przez pryzmat budżetowych kosztów wykonanej i planowanej pracy.

In minus kwalifikuję formę opracowania, szczególnie niejednorodną warstwę pojęciową i sposób przedstawienia opisów autorskich eksperymentów w realizacji badań. O ile przeprowadzone eksperymenty są dobrze i starannie zobrazowane, o tyle opisy i wnioski z tych eksperymentów są w wielu sytuacjach niekompletne i niejasne. Brak jest np. informacji o kosztach (wg harmonogramów) realizacji zadań (mimo że pisze się o harmonogramach rzeczowo-kosztowych), niejasne jest: czym Autor dysertacji kierował się, ustalając scenariusze zakłóceń w realizacji badanych przedsięwzięć (globalnych lub lokalnych zakłóceń czasowych i kosztowych). Modele mają różne oznaczenia w opisie i w załącznikach. Przykłady niejasnych sformułowań: *Proponowany algorytm obliczeniowy dla rosnących parametrów (1,2,3,4) poszczególnych modeli przedstawia logiczne zależności zwykłe w stosunku do ich skokowych wzrostów - co należy rozumieć przez „logiczne zależności zwykłe”; Otrzymane wyniki obliczeń algorytmu (wykresy nr 4.19÷4.24) obrazują, w odniesieniu do wyników eksperymentu nr I, zanik zbieżności wartości wykresów funkcji w poszczególnych grupach modelowych - jakich algorytmów i*

jakich funkcji?; Zestawienie wyników monitoringu odchyień kosztowych T/C modeli „ab” (wykres nr 4.42) przedstawia podobny przebieg funkcji kosztów w porównaniu z rozwiązaniami dla scenariuszy „a”. Wartości otrzymane w tej analizie, tak jak jej odpowiedniki w eksperymencie nr III (wykres nr 4.33) zachowują podobne graficzne rozwiązania (wykres nr 4.39) – tutaj również ich maksima osiągają poziom rzędu 25% - zdania niezrozumiałe, wymagają uzupełnienia (jakich funkcji?, jakie wartości?, od czego 25%), czy T/C jest odchyleniem kosztowym?, itd.

Co do warstwy pojęciowej, Autor dysertacji stosuje nieraz skróty myślowe i różne określenia do danego tego samego wskaźnika, np.: CPI – wskaźnik kosztu, wskaźnik wydajności kosztów (rentowność kapitału); SPI – wskaźnik wykorzystania harmonogramu, wskaźnik wydajności tempa prac, wskaźnik harmonogramu. Oczywiście określenia literowe zmiennych wyjaśniają co Autor ma na myśli. Ta różnorodność określeń wskaźników w metodzie EVM wynika w dużej mierze z opisów zamieszczonych w literaturze – również naukowej. Różni autorzy stosują bowiem różne określenia zmiennych i wskaźników w metodzie EVM. Uważam jednak, że w rozprawie należało utrzymać jednolite nazwy zmiennych i wskaźników.

Mankamenty opisu eksperymentów zniwelowane zostały ich podsumowaniem. **W rozdziale 4.4. zatytułowanym „Podsumowanie badań i wnioski końcowe” Autor przedstawił dojrzałą wykładnię efektów swoich badań – badań odniesionych do różnych modeli organizacyjnych i różnych zakłóceń w realizacji przedsięwzięć. Przedstawił też istotę, znaczenie i wnioski do praktycznego stosowania rozszerzenia metody EVM o analizy T/C i T/S.**

Wiadomo, że przedsięwzięcia budowlane charakteryzują się indywidualnością – są bardzo różne, różne też są scenariusze ich realizacji. Podjęty program badań eksperymentalnych, prowadzonych z konieczności na modelach, posłużył do pozyskania wiedzy służącej stosowaniu metody EVM w praktyce. Nie jest bowiem bez znaczenia to, czy struktura zadań ujętych w harmonogramach tworzy ciągi technologiczne wymagające kolejnego wykonania, czy przedsięwzięcie ma wiele niezależnych od siebie frontów robót, czy zakłócenia są na drodze krytycznej przedsięwzięcia, itd. Autor wypracował w tym kontekście istotne wnioski.

Odniesienie badań eksperymentalnych do struktur realizacji przedsięwzięć budowlanych określonych przez klasyczne metody organizacji pracy (potokową, kolejnego wykonania i równoległego wykonania) nie jest z punktu widzenia pojęciowego poprawne. Badane harmonogramy nie przedstawiają metod organizacji pracy. Ich struktury zadaniowe mają charakter potoków robót, robót prowadzonych w dużej mierze równoległe, czy robót w większości kolejno wykonywanych. Charaktery struktur zadaniowych w analizowanych harmonogramach nie są ścisłą implementacją metod organizacji pracy, które zresztą w teorii organizacji i zarządzania mają wymiar czysto edukacyjny. Dlatego też opis literaturowy podstawowych struktur realizacji przedsięwzięć budowlanych, przedstawiony w punkcie 2.1.1. rozprawy uważam za zbędny. Autor jednak dobrze określił charaktery modeli badanych przedsięwzięć/harmonogramów, określając je jako *harmonogramy planowane według założeń metody potokowej (kolejnego wykonania, równoległego wykonania)*. Niezbyt realne jest badanie płynności finansowej przedsięwzięcia trwającego 3 miesiące – jak to przedstawiono w punkcie 3.1.2 rozprawy. Rozumiem, że przykład posłużył wyjaśnieniu istoty zjawiska i sposobu jego analizy.

Podsumowując stwierdzam, że Doktorant wykazał się dużą wiedzą dotyczącą harmonogramowania przedsięwzięć budowlanych, metod zarządzania projektami, sformalizowanych technik analiz w zarządzaniu, szczególnie w aspekcie czasu i kosztów realizacji przedsięwzięć. Wykonał też dużą pracę, prowadząc eksperymenty i analizy – eksperymenty na bazie realnych harmonogramów, do których dane trzeba było pozyskać, zweryfikować i dostosować do potrzeb eksperymentów. Wykazał się inwencją i wnikliwością w podjętych badaniach.

Przedstawione propozycje nowych algorytmów i eksperymenty dały dodatkową wiedzę istotną dla praktyki budowlanej (w zarządzaniu projektami), która zapewne też będzie użyteczna do dalszych badań dotyczących zarządzania projektami inwestycyjno-budowlanymi.

4. Uwagi i pytania problemowe

Sformułowane uwagi do opisu badań mają w wielu przypadkach charakter dyskusyjny, a wiele z nich jest po prostu mało znaczących dla istoty rozpatrywanych problemów i formułowanych treści, propozycji i wniosków. Sądzę, że będą one impulsem i kanwą do dyskusji w czasie publicznej obrony rozprawy doktorskiej. Proszę też o ustosunkowanie się do poniższych kwestii, wynikających z treści zapisanych w rozprawie:

1. Cel rozprawy Autor określił na stronie 13 w następujący sposób: „Zasadniczym celem rozprawy jest wyznaczenie sposobu określania wielkości odchyłeń czasowych i kosztowych, powstających w trakcie realizacji robót zaplanowanych harmonogramem budowlanym” – proszę wyjaśnić na czym polega zrealizowanie tego celu w rozprawie?
2. Wiadomo, że koszt realizacji zadań i potrzebny czas na ich wykonanie ujęte w harmonogramie są niepewne – są obciążone ryzykiem. Planowany budżet przedsięwzięcia (BAC) i planowane zakończenie mogą więc ulec zmianie. W jaki sposób przedstawiona w rozprawie metodyka monitorowania przedsięwzięcia może ustrzec przed niekorzystnymi przekroczeniami tych wielkości.
3. Wszelkie złożone wskaźniki metody EVM, takie jak SV, CV, TV, CPI, SCI, są wyznaczane na podstawie trzech obserwacji wykonywanych w przyjętych punktach kontrolnych w czasie realizowania przedsięwzięcia. Obserwacjami tymi są koszty: BCWS, BCWP, ACWP. Definiowanie dodatkowych złożonych wskaźników, takich jak T/C, T/S, C-S, S-C, będzie użyteczne, jeżeli kadra menadżerska zrozumie ich istotę i potrzebę ich wyznaczania. Proszę określić możliwości wdrożenia przedstawionych algorytmów do praktyki.
4. Proszę wyjaśnić wniosek zamieszczony na stronie 224 rozprawy, cyt, ...”skonstruowana metoda wskaźnikowa (C-S i S-C) może zostać również wykorzystana przy monitoringu scenariuszy odwrotnych do zamodelowanych, tak w ujęciu globalnych jak i lokalnych oddziaływań: przeszacowania procesów na etapie wyceny przedsięwzięcia lub nieplanowanego przyspieszenia prac w stosunku do harmonogramu” – jak to można zrobić?
5. Mało uwagi przywiązuję do wniosków dotyczących wpływu modelowanych zakłóceń na złożone wskaźniki metody EVM. Istotne są jednak porównania tych wskaźników (w funkcji czasu) dla różnych struktur organizacyjnych robót. Takich porównań Autor nie zobrazował, jednak w rozprawie są zawarte wnioski w tym zakresie. Proszę o wskazanie istotnych zasad monitorowania płynności finansowej przedsięwzięcia – zasad związanych z jego strukturą organizacyjną.
6. Jako wniosek z implementacji algorytmów T/C i T/S Autor dysertacji proponuje elastyczne określenie BCWS (budżetowych kosztów pracy w harmonogramie) – poprzez ustalanie dwóch scenariuszy realizacji harmonogramu: najbardziej optymistycznego i skrajnie pesymistycznego. Argumentem, determinującym rozrzut wartości tych scenariuszy, możliwym do oszacowania w każdym punkcie czasowym przebiegu przedsięwzięcia, jest poziom parametru płynności finansowej (TV). Proszę o wyjaśnienie jak to można zrobić?

W pracy zauważyłem nieliczne błędy wymagające korekty:

- str. 16 3w. od dołu: jest „...na przemienny...”, powinno być: „...naprzemienny...”;
- str. 19 13w. od góry: jest „...które mogą być mogą być...”, powinno być: „...które mogą być...”;

- str. 36 17w od góry: jest „... niebieskiego...”, powinno być: „...czerwonego...”;
- str. 57 19w. od dołu: jest „... nie uwzględnianie...”, powinno być: „...nieuwzględnianie...”;
- str. 71 25 w od dołu: jest „Na rysunkach nr 3.8 ukazano...”, powinno być: „Na rysunku nr 3.8 przedstawiono...”;
- str. 79 8w od góry: jest „...w dniu I etapu rejestracji...”, powinno być: „...w dniu rejestracji I etapu...”;
- str. 108 16w od dołu: jest „...wespół...”, powinno być: „...współ...”;
- str. 125 18w od dołu: jest „...wykazują...”, powinno być: „... wskazują...”;
- str. 224 9w od góry: jest „Z kolei rozwiązania wskaźnika...”, powinno być: „Z kolei rozwiązań dotyczące wskaźnika...”;
- str. 230 w Wykazie bibliografii: jest „CZEMPIK A” powinno być: „CZEMPLIK A.”
- określenia: „wyników algorytmów” i „spowolnienie czasu” (str. 13), „długość czasu trwania” (str.57), „poślizgi czasowe” (str. 118), „opóźniony harmonogram” (str. 77), nie są prawidłowe.

7. Wniosek końcowy

Recenzowana rozprawa doktorska dotyczy istotnego dla budownictwa problemu, skuteczności implementacji metody EVM (Metody Wartości Wypracowanej) do monitorowania przedsięwzięć o różnych strukturach organizacyjnych realizacji robót budowlanych. Ujmuje też nowe zagadnienie monitorowania płynności finansowej przedsięwzięcia, jako rozszerzenie funkcjonalności metody EVM. Pan mgr inż. Daniel Przywara wykazał się dużą wiedzą zarówno w zakresie inżynierii przedsięwzięć budowlanych, jak i w zakresie nauk o zarządzaniu. Wykonał przy tym rozległe badania i analizy z wykorzystaniem dostępnych narzędzi i własnych autorskich programów badawczych. Uzyskał wiedzę, którą przedstawił w obszernym podsumowaniu rozprawy.

Wyszczególnione w recenzji uwagi o charakterze ogólnym i merytorycznym umniejszają wartości rozprawy, jednak nie podważają jej ogólnej pozytywnej oceny. Uważam, że przedłożona przez Pana mgr. inż. Daniela Przywarę rozprawa doktorska pt. „Analiza czasowo-kosztowa w monitoringu robót harmonogramu budowlanego” stanowi oryginalny wkład w rozwiązanie zagadnień naukowych określonych tezami pracy i spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim przez Ustawę z dnia 14 marca 2003 r. *o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki*.

Wnioskuje o dopuszczenie opiniowanej rozprawy do publicznej obrony.

Roman Marcinkowski