

Bydgoszcz 18.07.2017 r.

Dr hab. inż. Jadwiga Bizon-Górecka, prof. UTP

Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy
Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska
Katedra Inżynierii Produkcji i Zarządzania w Budownictwie
Al. Prof. S. Kaliskiego 7
85-796 Bydgoszcz

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Jarosława Malary

pt. „Model szacowania wydajności pracy robotników budowlanych”

1. PODSTAWY FORMALNO-PRAWNE I PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Podstawę formalną sporządzenia niniejszej recenzji stanowi pismo z dnia 18.05.2017r. Dziekana Wydziału Inżynierii Lądowej Politechniki Krakowskiej im. Tadeusza Kościuszki Pana dr hab. inż. Andrzeja Szaraty, prof. PK, z prośbą o opracowanie recenzji pracy doktorskiej mgr inż. Jarosława Malary, z powołaniem się na stosowną uchwałę z dnia 17.05.2017 r., podjętą przez Radę Wydziału Inżynierii Lądowej Politechniki Krakowskiej.

Podstawy prawne sporządzenia recenzji stanowią:

- Ustawa z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. z 2016 r. poz. 882 i 1311), zmieniona Ustawą z dnia 21 kwietnia 2017 r. o zmianie ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki oraz niektórych innych ustaw (Dz.U. 2017 poz. 859).

- Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 26 września 2016 roku w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim i habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora (Dz.U.2016 poz. 1586).

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska mgr inż. Jarosława Malary pt. „Model szacowania wydajności pracy robotników budowlanych”, napisana pod kierunkiem dr hab. inż. Edyty Plebankiewicz, prof. PK, z udziałem dr inż. Michała Juszczyka jako promotora pomocniczego. Rozprawa liczy 142 strony druku i została wydana przez Instytut Zarządzania w Budownictwie i Transporcie Wydziału Inżynierii Lądowej Politechniki Krakowskiej im. Tadeusza Kościuszki w 2016 roku.

2. OCENA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

2.1. Tematyka i obszary badawcze

Obszar badań przedstawionych w pracy mgr inż. Jarosława Malary dotyczy problematyki norm pracy w realizacji przedsięwzięć budowlanych. W szczególności odnosi się do wydajności pracy osiąganey przez pracowników branży budowlanej, rozważanej w świetle szeregu czynników kształtujących jej poziom. Doktorant podał teoretyczne podstawy badania procesów pracy wraz z identyfikacją czynników wpływających na wydajność pracy a także parametryzacji czynników kształtujących tę wydajność i ich analizy z wykorzystaniem zbiorów rozmytych. W obszarze wiedzy praktycznej praca ukazuje stopień wpływu badanych czynników na wydajność pracy na podstawie badań własnych.

Autor rozprawy doktorskiej określił, że zasadniczym celem pracy *„jest budowa matematycznego modelu wydajności pracy robotników budowlanych, który uzależni wynik obliczeń od wpływu czynników oddziałujących na pracowników.”*

Ponadto w pracy został sformułowany spodziewany efekt proponowanych obliczeń, który *„ma posłużyć do prognozowania ilości pracy wykonywanej przez robotników, oceny możliwości realizacji zadania w wyznaczonym terminie, wskazania czynników negatywnie oddziałujących na wydajność celem ich weryfikacji i poprawienia oraz umożliwienia wykorzystania wyników w systemie premiowania i różnicowania płac. Model może zatem znaleźć wykorzystanie w przypadku harmonogramowania, planowania zatrudnienia, oceny przedsięwzięcia budowlanego czy skutecznego zarządzania zasobami ludzkimi. Z uwagi na wskazanie czynników negatywnie oddziałujących na wydajność, można go również wykorzystać do analizy ryzyka”*

Autor przedstawił także tezy pracy, które zostały sformułowane następująco:

„- wydajność pracy robotników budowlanych można opisać przy pomocy modelu matematycznego uwzględniającego różny stopień wpływu poszczególnych czynników na badane zagadnienie,

- model wydajności pracy robotników budowlanych zbudowany z wykorzystaniem logiki rozmytej pozwoli na udoskonalenie procesu harmonogramowania i lepszą weryfikację postępu robót, co przełoży się na możliwość dokładniejszego planowania czasu i kosztów realizacji obiektów budowlanych.”

Tezy sformułowano na podstawie założenia, że *„pomimo dużego stopnia mechanizacji i rozwoju technologicznego, to fizyczna praca ludzka jest w dalszym ciągu jednym z filarów branży budowlanej.”*

Rozprawa mgr inż. Jarosława Malary cechuje się oryginalnością w wyborze i opracowaniu metod badawczych, wykorzystanych do analizy wydajności pracy w realizacji przedsięwzięć budowlanych. Należy zgodzić się z opinią Autora, że w literaturze przedmiotu brakuje kompleksowego powiązania czynników przebiegu pracy z wydajnością pracy robotników budowlanych.

Wybór tematyki badawczej podjętej w rozprawie należy zatem uznać za uzasadniony, trafny oraz mający duże znaczenie poznawcze i praktyczne.

2.2. Treść rozprawy

W rozprawie doktorskiej przeprowadzono rozważania na temat wydajności pracy robotników budowlanych, a w szczególności roli czynników kształtujących poziom tej wydajności. Zidentyfikowano czynniki wydajności pracy w procesach budowlanych.

Przedmiot rozprawy, jej cel, tezy i metody badawcze zaprezentowano we wstępie.

Zasadniczy element pracy stanowi pięć rozdziałów, w których tematyka, zgodnie z metodologią pisania prac naukowych, rozwija się od podstaw teoretycznych poprzez opis przeprowadzonych badań, do modelu oceny wpływu szeregu czynników na wydajność pracy w budownictwie oraz jego praktycznej weryfikacji.

Teoretyczne podstawy podjętych rozważań zamieszczono w punkcie drugim. Obejmują one podstawowe pojęcia i definicje analizowanych zjawisk, opis metod i technik badania wydajności pracy robotników budowlanych jak też odnoszą się do identyfikacji czynników wpływających na tę wydajność i ich klasyfikacji.

Analizując przegląd istniejącego stanu wiedzy w zakresie podstawowych pojęć i definicji (pkt 2.1) trzeba zauważyć, że obok definicji przytaczanych za klasykami teorii organizacji w budownictwie (Dyżewski, Rowiński), Doktorant zamieścił opisy podstawowych pojęć definiowane przez mało znanych autorów, podawane na prywatnych stronach internetowych oraz Wikipedii. W efekcie przyjęte do dalszych rozważań definicje wydają się mało precyzyjne (choć trudno potraktować je jako błędne).

Normy pracy wyrażone jako normy wydajności, w inżynierii procesów budowlanych, rozumiane są zwykle jako określające przeciętną liczbę jednostek zadania wykonywaną przez określoną jednostkę produkcyjną w przeciętnej jednostce czasu. Takiemu podejściu podporządkowany jest opis technik badania czasu pracy w budownictwie. Jednak w tym punkcie (2.2.3) zakradło się szereg nieścisłości w klasyfikacji i opisie poszczególnych technik. Charakterystyka fotografii dnia pracy sugeruje, że odnosi się ona wyłącznie do obserwacji filmowej. Podczas kiedy jej istotą jest przedstawienie dnia pracy (zwykle zmiany roboczej) w perspektywie wszystkich elementów czasu pracy. Obraz zmiany roboczej pozwalają stworzyć obserwacje, powstające na bazie chronometrażu ciągłego, prowadzonego przez całą zmianę roboczą z udziałem obserwatora prowadzącego odczyty z czasomierza odnotowywane w formularzu chronografii lub utrwalającego zapis filmowy. Takie badania bezpośrednio pozwalają na ustalenie w jaki sposób robotnicy wykorzystują czas zmiany roboczej, jaka część jej przypada na straty czasu i jakie są przyczyny tych strat. Niejasny jest też opis obserwacji migawkowych. Nie polegają one na mierzeniu czasu a jedynie na odnotowaniu sytuacji w obrębie lustrowanego miejsca, tj. na przeprowadzeniu obserwacji stanowiska roboczego w losowo ustalonych okresach czasu i odnotowaniu tego jakie elementy struktury czasu pracy wystąpiły w danym momencie.

Opis czynników wpływających na wydajność pracy, dokonany na podstawie literatury, wieńczy ich klasyfikacja podana w tabeli 2.3. (str. 31), podana za publikacją zespołową z udziałem Autora rozprawy doktorskiej. W tym miejscu jawią się dwa pytania: po pierwsze czy w ramach rozważań prowadzących do ustaleń w publikacji [89] (wg spisu literatury w

rozprawie) został dokonany przegląd literatury przytoczony w rozprawie a po drugie jaki był udział Autora w pracy zespołu autorskiego publikacji [89].

W punkcie trzecim dokonano parametryzacji czynników wpływających na wydajność pracy robotników budowlanych. Parametryzacja ta była niezbędna w kreowaniu matematycznego modelu opisu poszczególnych czynników, zestawionych we wspólnym obrazie. Z uwagi na to, że czynniki występują zarówno w postaci lingwistycznej jak i liczbowej słusznym było zastosowanie teorii zbiorów rozmytych. Poszczególne czynniki opisano odpowiednimi funkcjami przynależności do zbioru rozmytego. Opisy funkcji przynależności dla poszczególnych czynników przyjęto w ślad za odpowiedziami znalezionymi w literaturze.

Rozważania wpływu poszczególnych czynników na wydajność pracy robotników budowlanych przeprowadzono w punkcie czwartym. Istotność wpływu poszczególnych czynników na wydajność została sprecyzowana na podstawie badań ankietowych budowlanej kadry kierowniczej (tabela 4.7.) oraz pracowników bezpośrednio produkcyjnych (tabela 4.13.).

W punkcie piątym Autor zaproponował matematyczny model wydajności robotników budowlanych. Funkcjonowanie modelu pokazał w postaci czytelnego algorytmu zaprezentowanego na rysunku 5.1. (str. 80). Zaproponował formułę obliczającą wydajność pracy robotników budowlanych, określoną przy pomocy funkcji W_p w formule podstawowej i uproszczonej. Interesujące są przykłady wykorzystania modelu. Przedstawiono cztery podstawowe sposoby wykorzystania modelu wydajności pracy robotników budowlanych, wykorzystujące uproszczoną formułę obliczania wydajności pracy:

- przewidywanie ilości robót wykonanych przez pracownika,
- ocena możliwości spełnienia terminu,
- wskazanie czynników, których korygowanie może zwiększyć wydajność,
- wiarygodna ocena indywidualnych możliwości pracownika.

W kolejnym punkcie szóstym przedstawiono weryfikację modelu dla robót zbrojarskich, ciesielskich, murarskich i wykończeniowych. Wyniki badań empirycznych poddano testowi normalności Shapiro – Wilka celem sprawdzenia danych pod kątem zbliżenia ich do rozkładu normalnego. W dalszej kolejności zastosowany był współczynnik korelacji rang Spearmana (odrzucona hipoteza zerowa) lub współczynnik Pearsona (nie odrzucona hipoteza zerowa) - wyniki przedstawiono graficznie. Przeprowadzono też analizę wrażliwości modelu na redukcję liczby rozważanych czynników wpływających na wydajność pracy, na zmiany parametrów ocen przynależności czynników do zbiorów wysokich wydajności oraz na zmianę wartości wykładnika y - parametru mającego za zadanie regulować szerokość przedziału możliwych do wystąpienia wyników.

W zakończeniu pracy odniesiono się do możliwości kontynuacji badania wydajności pracy w budownictwie. Zapowiedziano, że planuje się zbudowanie bazy współczynników stopnia wpływu na wydajność pracy robotników budowlanych uzależnioną od rodzaju robót budowlanych. Wskazano, że rozważane jest też stworzenie aplikacji wspierającej

podejmowanie decyzji personalnych na budowie, odnoszących się do zatrudnionych robotników budowlanych. Autor dopuszcza również możliwość wykorzystania elementów modelu w technologii BIM, do opisu nakładów robocizny.

2.3. Wartość merytoryczna

Problemy wydajności pracy robotników budowlanych są przedmiotem zainteresowania badaczy organizacji przedsięwzięć budowlanych od wielu lat. Rozważania teoretyczne i wyniki prac badawczych w tym zakresie zawiera szereg publikacji krajowych i zagranicznych. Skupiają się one w głównej mierze na dociekaniu sposobów określania wydajności wykonawców zadań budowlanych, różnorodnie zorganizowanych (np. zespoły, brygady robocze) jak też na analizie czynników zakłócających przebieg procesów budowlanych oraz oceny ryzyka osiągnięcia planowanej wydajności.

Autor dysertacji, zgłębiając zagadnienie wydajności pracy w budownictwie, nie poprzestał na poglądach, rozpowszechnionych w inżynierii przedsięwzięć budowlanych a zainteresował się pojmowaniem wydajności pracy w ujęciu interdyscyplinarnym. Świadczy o tym dokonany przegląd literatury, w dużej mierze z zakresu analizy procesów pracy, opisywanych w pracach naukowych z zakresu teorii zarządzania.

Istotnym wkładem merytorycznym Doktoranta jest opracowanie matematycznego modelu szacowania wydajności pracy robotników budowlanych, rozumianej jako wielkość względna, czego wyrazem jest jej niemianowana postać.

Takie podejście w wyrażaniu wydajności pracy ludzkiej pozwoliło na matematyczne powiązanie znacznej liczby czynników mających wpływ na kreowanie poziomu wydajności pracy robotników budowlanych. Zidentyfikowane czynniki mają różnorodną naturę i mogą być przedstawiane w postaci lingwistycznej albo liczbowej. Zatem słusznie wykorzystano do ich opisu teorię zbiorów rozmytych.

W rozprawie trafnie zostały dobrane metody badawcze, tj.: studia literatury przedmiotu, badania kwestionariuszowe przeprowadzone wśród dwóch grup pracowników budowlanych (kadry kierowniczej i robotników), analiza wyników pomiarów czasu pracy robotników budowlanych z wykorzystaniem techniki chronometrażu oraz modelowanie matematyczne z wykorzystaniem teorii zbiorów rozmytych.

2.4. Uwagi krytyczne - do dyskusji

W recenzowanej pracy występują niedociągnięcia, które oceniono krytycznie lub które są dyskusyjne. Najważniejsze z nich przytoczono poniżej.

W pracy doktorskiej należałoby jasno sformułować rozważany problem naukowy. W recenzowanej rozprawie nie jest on jednoznacznie wyartykułowany. Można go jedynie pośrednio dostrzegać w opisie celu pracy. Obniża to jednak przejrzystość dzieła o charakterze naukowym.

1. Podjęty przez Autora problem wydajności pracy w budownictwie jest kluczowym zagadnieniem w zakresie organizacji pracy w budownictwie. Bez ustalenia wydajności pracy zespołów, podejmujących poszczególne czynności czy operacje robocze w procesach budowlanych, nie sposób zaplanować przebieg realizacji przedsięwzięć budowlanych (harmonogramy).
2. W obszarze inżynierii przedsięwzięć budowlanych znane są w zasadzie rozważania oparte na klasycznym traktowaniu pojęcia wydajności pracy (ilość pracy w jednostkach naturalnych wykonywana w jednostce czasu, np. m^2/h , m^3/h , itp.). Podjęte w ramach recenzowanej pracy doktorskiej badania wkraczają na wyższy stopień ogólności rozważań pracy ludzkiej, wymagający szczególnego traktowania wydajności. Przyjęte w rozprawie pojmowanie „wydajności” nie zostało jednak jasno zdefiniowane przez Autora w początkowej części pracy.
3. W punkcie 2.1 (str. 9) napisano: *„Wydajność oznacza tu ilość wykonanych dóbr lub wyrobów w określonym normatywnym czasie. Wydajność wyrażona procentowo z kolei określa stosunek ilości rzeczywistej do normatywnej ilości dóbr w określonej jednostce czasu. Wydajność odnosi się do procesu technologicznego lub jego fragmentu, w którym uczestniczą pracownicy, maszyny, materiał i narzędzia. Taka definicja kluczowego pojęcia została przyjęta w niniejszej rozprawie.”*. Mało precyzyjne sformułowanie pojęcia „wydajności”, stanowiącego przedmiot prezentowanych rozważań można postrzegać jako mankament, utrudniający śledzenie dalszych części pracy.
4. Sformułowanie: *„wydajność pracy robotników budowlanych można opisać przy pomocy modelu matematycznego”* (str. 7) wydaje się niefortunne gdyż trzeba zauważyć, że mówimy: przy pomocy KOGOŚ a za pomocą CZEGOŚ.
5. Opisywanie policzalnych rzeczowników określeniem „ilość” jest niestosowne, np. „ilość odpowiedzi” (str. 62 i in.).
6. Nagłówek tabeli 5.3. (str. 86) jest niepoprawny: *„Przykład działania wzoru (5.3.)”* Ani wzór nie „działa” ani do tego wzoru nie odnosi się tabela.
7. Na stronie 88 zakradł się błąd w numeracji wzoru: jest 5.4. a powinno być 5.6. (tak jest też cytowany).
8. W rozdziale 6 można zauważyć szereg nieścisłości związanych z przyjmowaniem do weryfikacji modelu szeregu parametrów uzyskanych na podstawie wcześniejszych ustaleń.

2.5. Pytania do Autora

1. Czy proponowany przez Autora model można wykorzystać do badania wydajności pracy w zależności od sposobu zorganizowania wykonawców robót budowlanych, np. w formie zespołów specjalizowanych, brygad kompleksowych?
2. Jaki był merytoryczny wkład Autora rozprawy w badania zaprezentowane w pracy zbiorowej: *Plebankiewicz E., Juszczyk M. i Malara J., Identyfikacja i ocena czynników wpływających na wydajność pracy robotników budowlanych. Przegląd Naukowy – Inżynieria i Kształtowanie Środowiska, 65, 2014 s. 271-278.*

3. Autor napisał w rozprawie: „*Obserwacja migawkowa może być prowadzona z wykorzystaniem częściowych wyników chronometrażu lub fotografii dnia roboczego.*” (str. 17) – jak to rozumie?
4. Jak Autor traktuje sformułowanie „*predykcja czasu pracy*”? W punkcie pod takim tytułem (5.4.2) rozważane są tylko problemy ilości pracy wykonanej przez robotnika w określonym czasie. Proszę wyjaśnić czy możliwe jest prognozowanie innych parametrów odnoszących się do czasu pracy? A może są nimi zaprezentowane w punktach 5.4.3. i 5.4.4. sposoby wykorzystania proponowanego modelu, odnoszące się do czynników ze wzoru 5.5. (str. 85).

3. PODSUMOWANIE I WNIOSEK KOŃCOWY

Autor, co wynika z treści rozprawy, zgłębił problematykę wydajności pracy w budownictwie, chociaż język rozprawy w niektórych jej częściach (szczególnie teoretycznych) jest niezbyt doskonały. Występujące w pracy mankamenty redakcyjne stwarzają wrażenie nieporadności Autora rozprawy, szczególnie w zakresie prezentowania aktualnego stanu wiedzy w obszarze tematyki pracy. Praca zyskuje jednak przy powtórным czytaniu, kiedy możliwy jest całościowy obraz pola widzenia Autora w zakresie analizowanej problematyki.

W pracy zastosowano prawidłowe narzędzia badawcze, tj. badania kwestionariuszowe wykorzystywane do określenia współczynników wpływu poszczególnych czynników na wydajność pracy robotników budowlanych. Z kolei do weryfikacji proponowanego przez Autora modelu zostały wykorzystane własne badania chronometrażowe 12 różnych rodzajów robót. Weryfikacja modelu została zakończona pozytywnie, co zostało skomentowane w podsumowaniu wyników badania.

W moim przekonaniu przedstawiona rozprawa doktorska mgr inż. Jarosława Malary pt. „Model szacowania wydajności pracy robotników budowlanych” spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim, określone w art. 13 Ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. z 2016 r. poz. 882 i 1311), zmienionym Ustawą z dnia 21 kwietnia 2017 r. o zmianie ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki oraz niektórych innych ustaw (Dz.U. 2017 poz. 859).

Biorąc pod uwagę treść i argumenty, przedstawione w recenzji, wnoszę o dopuszczenie mgr inż. Jarosława Malary do obrony pracy doktorskiej.

Jadwiga Bizon-Górecka