



Prof. dr hab. inż. OLEG KAPLIŃSKI, dr h.c.
POLITECHNIKA POZNAŃSKA

60-965 POZNAŃ, ul. Nieszawska 13, bud. C

e-mail: oleg.kaplinski@put.poznan.pl

tel.: 602118821

Poznań, dnia 18 stycznia, 2016.

Recenzja rozprawy doktorskiej

mgr inż. Anny Krawczyńskiej-Piechny pt. „Interaktywna metoda planowania robót betonowych z analizą efektywności wykorzystania deskowań systemowych.”

Uwagi wstępne

Podstawą opracowania recenzji jest zlecenie Dziekana Wydziału Budownictwa, Mechaniki i Petrochemii Politechniki Warszawskiej prof. dra hab. inż. Janusza Zielińskiego, pismo nr PO/27/2015.

Przewód doktorski realizowany jest na tymże Wydziale a promotorem jest dr hab. inż. Roman Marcinkowski , prof. nadzw. PW.

Praca została przedstawiona w formie wydrukowanej monografii, jednakże bez numeru ISBN. Liczy 193 strony oraz jest dołączony do niej nośnik elektroniczny z odpowiednimi załącznikami.

Ocena przedmiotu rozprawy

Rozprawa dotyczy rozwiązywania problemów decyzyjnych w planowaniu przedsięwzięć budowlanych monolitycznego budownictwa betonowego (MBB), a w szczególności, analiz związanych z efektywnością wykorzystania tzw. konstrukcji pomocniczych do realizacji tego rodzaju robót.

W rzeczywistości planowanie robót monolitycznego budownictwa betonowego odbywa się bez analiz jakościowych pod względem organizacji prac. Brakuje spójnych narzędzi wspomagających planowanie, zaś normy nakładów jednostkowych są mało wiarygodne.

Ten stan rzeczy stał się przesłanką do podjęcia badań i analiz przedstawionych w rozprawie, z zaproponowaniem interaktywnej metody programowania przebiegu przedsięwzięć budowanych z jednoczesną analizą potrzeb, dostępności i wykorzystania tzw. konstrukcji pomocniczych.

Tu trzy uwagi:

po pierwsze, tematyka rozprawy wpisuje się w ogólnoswiatowy trend w zakresie oprogramowania procesów decyzyjnych, wykorzystania baz danych, tj. w poszukiwaniu rozwiązań racjonalnych. W tym przypadku chodzi o efektywne i wiarygodne planowanie czasowo-kosztowe monolitycznych robót betonowych,

po drugie, problematyka rozprawy mieści się w profilu działania Sekcji Inżynieria Przedsięwzięć Budowlanych KILiW PAN,

po trzecie, w dobie szybkich zmian gospodarczych, przy olbrzymim zalewie różnego rodzaju i przy różnym poziomie prac, studiów itp., trudno jest znaleźć adekwatny temat i metodę jego rozwiązania. Należy pochwalić Doktorantkę i Promotora za wypełnienie luki w zakresie oprogramowania robót monolitycznych.

Ponadto uważam, że prezentowany przedmiot rozprawy stanowi wdzięczny asumpt do badań, różnego zakresu analiz, modelowania i usprawnień.

Ocena celu i tezy rozprawy

Jak wynika z treści rozprawy, celem rozprawy jest zaproponowanie sposobów rozwiązań dwóch problemów występujących w planowaniu robót betonowych na monolitycznych obiektach kubaturowych. Problem pierwszy dotyczy opracowania metodyki wyboru systemowych urządzeń formujących do zastosowania w realizacji robót, a problem drugi to opracowanie metody planowania, pozwalającej na usprawnienie analiz procesów decyzyjnych w aspekcie efektywnego wykorzystania systemowych urządzeń formujących.

Teza do podjętych badań nie została jawnie sformułowana w rozprawie. W pewnym stopniu wynika to z charakteru rozprawy ukierunkowanej głównie na identyfikację i modelowanie robót monolitycznych oraz na ocenie jakości uzyskanego rozwiązania.

Niemniej uważam, że w treści rozprawy można „wyłowić” zdania, które mogłyby stanowić tezę lub tezy rozprawy, na przykład:

str. 16: metoda... a uniwersalność, użyteczność, elastyczność w wartościowaniu decyzji;

str. 89: drugi akapit, względnie końcówka trzeciego akapitu;

str. 171: pierwszy akapit, w tym o interakcji planisty z aplikacją komputerową.

Nie jest to zarzut, jednakże poproszę, aby Doktorantka ustosunkowała się do mojej uwagi podczas obrony rozprawy.

Uważam, że cel i zakres rozprawy mają charakter dysertabilny.

Struktura rozprawy

Rozprawa składa się z 6-ciu rozdziałów. Stwierdzam, że zaproponowany układ pracy odpowiada jej celowi. Nie będę przedstawiał streszczeń tych rozdziałów, a jedynie nadmienię, że zawierają one bogate treści merytoryczne. Doktorantka w sposób właściwy potrafiła przedstawić swoje analizy, rozwiązania, wykazała się olbrzymią wiedzą, potrafiła ustosunkować się nawet krytycznie do niektórych rozwiązań, jak również wskazała w końcowej części rozprawy tzw. kwestie otwarte, które mogą być rozwiązane w toku dalszych badań.

Meritum i formalna strona rozprawy

1. Model, metoda

Rozprawa ma charakter „klasyczny” z zakresu inżynierii procesów i przedsięwzięć budowlanych, tj. zawiera elementy teoretyczne i projektowe. Punkt ciężkości rozprawy leży w opracowaniu metody. Metoda interaktywnego planowania i wykorzystania urządzeń formujących w wykonawstwie robót ma aspekt ilościowy, rzeczowo-kosztowy i organizacyjny.

W aspekcie ilościowym potrzebne było opracowanie sposobu pozyskiwania wiedzy i struktury bazy wiedzy charakteryzującej procesy budowlane realizowane z wykorzystaniem urządzeń formujących. Do rozwiązania tych zagadnień zastosowano pozyskiwanie wiedzy eksperckiej techniką ankietyzacji i analizę funkcjonujących w budownictwie baz danych.

W aspekcie rzeczowo-kosztowym, problem wykorzystania deskowań sprowadzono do ustalenia procesów, elementów konstrukcji urządzeń formujących, kosztów ich użycia i przestoju w wykorzystaniu. Złożoność tych zagadnień wynika z niejednorodności procesów budowlanych i samych konstrukcji urządzeń formujących.

Najistotniejszym zagadnieniem w realizowanym w rozprawie jest opracowanie metodyki projektowania organizacji wykonania robót MBB. Badania w tym aspekcie zmierzały do opracowania modeli organizacyjnych i technik symulacji dynamicznej jako jądra metody planowania przedsięwzięć budowlanych.

W rozprawie, jako podstawy teoretyczne rozwiązywanego problemu, wykorzystano: teorię harmonogramowania, metody wielokryterialnej analizy porównawczej (SAW, F-SAW, Topsis, Fuzzy Topsis), metody wnioskowania statystycznego, techniki rangowe, teorię algorytmów,

techniki symulacji dynamicznej. Nie wnoszę zastrzeżeń merytorycznych i formalnych do takiego podejścia.

Wg recenzenta sedno sprawy zaproponowanego modelu planowania tkwi w przyjętym przez Doktorantkę kryterium efektywności. Efektywność wyrażana jest kosztowo - jako koszt straty ponoszony z tytułu niepełnego wykorzystania wydzierżawionych deskowań (urządzeń formujących). Stratę tę ponosi się zarówno, gdy nie wykorzystuje się wydzierżawionych deskowań (urządzeń formujących), jak i w sytuacji ponadnormatywnego przetrzymywania deskowania na konstrukcji. Takie kryterium efektywności jest znane od strony teoretycznej, jednak nie jest stosowane w praktyce inżynierskiej.

Wzór 2.1. (str. 45) stanowi uogólniony zapis kryterium oceny efektywności wykorzystania urządzeń formujących w procesie planowania monolitycznych robot betonowych. W dalszych rozdziałach ten zapis jest rozszerzony o kolejne przypadki. Przyjęte kryterium efektywności rzutu na opracowaną interaktywną metodę planowania.

W opracowanej metodzie planowania planista na bieżąco śledzi narastanie tego kosztu i na tej podstawie podejmuje decyzje o utworzeniu kolejnego frontu, rozpoczęciu lub wstrzymaniu prac. Planujący ma możliwość kontroli wykorzystywania i zmiany poziomu dostępności zasobów (w związku z oddaniem lub zapotrzebowaniem urządzeń formujących z/na budowę). Dzięki zaproponowanym rozwiązaniom może lepiej rozkładać środki pracy, tj. planować tak, by ponieść jak najmniejszą stratę z tytułu niepełnego wykorzystania wydzierżawionych deskowań.

2. Interaktywność, algorytm, aplikacja

Wzajemne oddziaływanie osób lub przedmiotów na siebie (czyli interakcja) zostało przeniesione do problemu planowania robót monolitycznego budownictwa betonowego. Sprawa jest nieco złożona. Otóż w zaproponowanej metodzie planista ma za zadanie współpracować z symulatorem, ale to on jest ostatecznym decydentem w kwestii przebiegu robót: tworzy nowe fronty robót z elementów, które symulator kwalifikuje jako możliwe do otwarcia, i to planista decyduje o przeprowadzeniu bądź opóźnieniu realizacji elementów procesu technologicznego na frontach.

Zadaniem aplikacji jest z kolei symulowanie przebiegu robót poprzez generowanie sytuacji decyzyjnych, będących wynikiem decyzji wcześniej podjętych przez planującego. Symulator „pilnuje” przy tym porządku technologicznego robót, dostępności zasobów i analizuje koszty podejmowanych decyzji, wspomagając w ten sposób podjęcie decyzji przez planującego.

Ogólna istota algorytmu polega na interaktywnej symulacji komputerowej przebiegu robót związanych z wykonaniem monolitycznej konstrukcji obiektu. Algorytm w każdym kroku postępowania informuje o efektywności wykorzystania urządzeń formujących oraz pozwala na eksperymentowanie planistyczne poprzez wycofywanie decyzji. Opracowano 1 program główny, tzw. zegar symulacji oraz 4 procedury, uruchamiane przez program główny w trakcie symulacji przebiegu robót i dotyczące realizacji poszczególnych elementów procesu

technologicznego. Autorką algorytmu jest Doktorantka, opracowanie kodu źródłowego było dziełem J. i M. Łakomych.

3. Badania, weryfikacja

Na podstawie rozprawy wyróżniam dwa rodzaje badań.

Pierwsze z nich miały na celu weryfikację proponowanych przez Doktorantkę kryteriów, jakimi kierują się wykonawcy robót betonowych decydując o wyborze do zastosowania systemowych urządzeń formujących. Badanie miało charakter ankietowy. Opis tych badań jest przedstawiony w rozdziale 3. Badania miały za zadanie m.in. rozpoznanie istotności kryteriów decyzyjnych w procesie wyboru systemu formującego.

Drugi rodzaj badań (zaprezentowany w rozdziale 5) polegał na określeniu efektów działania symulatora przebiegu procesu MBB. Dobrany został obiekt budowlany, w którym występowały różne elementy konstrukcyjne i przewidziano różnego rodzaju elementy konstrukcji urządzeń formujących - tak by możliwe było ich przekładanie między frontami i można było uwidocznic efekty działania symulatora.

Podczas prowadzenia badań wykonano kilka eksperymentów numerycznych, mających na celu testowanie opracowanej metody i algorytmu. Wyniki takiego sposobu testowania nie dały podstaw do negatywnej oceny. Doktorantka przyjęła, że testowanie wypadło pomyślnie. Trudno nie zgodzić się z takim stanowiskiem.

4. Stopień osiągnięcia celu rozprawy

Pierwszy z celów postawionych w rozprawie został osiągnięty poprzez zaproponowanie i weryfikację kryteriów decyzyjnych, ich hierarchizację, a następnie zaproponowanie metod wspomagania wyboru systemu urządzeń formujących.

Cel drugi został osiągnięty poprzez opracowanie autorskiej metody planowania robót betonowych oraz przygotowanie narzędzia w postaci aplikacji komputerowej.

---*---

W całości, samą metodę rozwiązania tematu rozprawy można przyjąć bez większych zastrzeżeń. Uważam też, że stopień osiągnięcia celu rozprawy jest zadawalający. Osiągnięte zostały cele pracy: poznawczy, czyli nowe modelowe ujęcie wziętego pod uwagę fragmentu rzeczywistości w postaci wykorzystania urządzeń formujących w budownictwie monolitycznym, efektywności w harmonogramowaniu, oraz aplikacyjny, tj. dostarczenie narzędzia do podejmowania racjonalnych decyzji w zakresie szeroko rozumianego planowania robót budowlanych.

Podsumowując ocenę merytoryczną rozprawy: jeśli od Doktorantów wymaga się krytycznej oceny stanu wiedzy badanego problemu; jeśli rozprawa doktorska ma zawierać dwa podstawowe elementy jakimi są badania i model, to uważam, że wszystkie te warunki są spełnione.

Uwagi ogólne i szczegółowe

Mimo że rozprawa ogranicza się do dwóch celów, to zawiera wiele wątków – różnorodnych aspektów, terminów a przede wszystkim jest bogata w instrumentarium badawcze. Zdaniem recenzenta można je pogrupować w następujące bloki:

- Budownictwo monolityczne (betonowe), systemy urządzeń formujących, sekwencje technologiczne, metodyka wyboru 'deskowania' systemowego, metoda planowania, model planowania zintegrowanego,
- Metody szeregowania zadań w harmonogramie, tworzenie harmonogramu z wykorzystaniem metaheurystyk, planowanie rzeczowo-finansowe, efektywność,
- Optymalizacja wielokryterialna, MCDA (metody wspomaganie podejmowania decyzji), metody addytywne, metody analitycznej hierarchizacji (AHP),
- Uszeregowania kryteriów decyzyjnych, Metody normalizacji, dynamika zmienności wag kryteriów, funkcje użyteczności wariantów decyzyjnych, ankietyzacja – ustalanie kryteriów, bazy wiedzy,
- Generowanie sytuacji decyzyjnych, symulowanie procesów realizacji robót, alokacja zasobów czynnych, dostępność i zajętość pracowników, algorytmy tworzenia frontów robót, koszty konstrukcji pomocniczych,
- Interaktywność, kody źródłowe, aplikacja komputerowa,
- Kryterium efektywności wykorzystanie zasobów, problem globalny, problem „bieżący”, „harmonogram optymalny”, koszty strat,
- Pracochłonności robót, struktury cen jednostkowych, normy nakładów jednostkowych, Katalogi Nakładów Rzeczowych, katalogi niemieckie ZTV.

Wszystkie wyżej wymienione terminy i pojęcia są w większym lub mniejszym stopniu omawiane bądź wykorzystane w rozprawie. Stwierdzam też, że są one używane w sposób prawidłowy.

W rozprawie przytoczono kilka modeli MCDA. Do dalszej analizy wybrane są dwa z nich. Czy były jakieś inne przesłanki ich selekcji aniżeli progi veta?

W bazie danych programu zamieszczono wielkości nakładów jednostkowych dla 19 typów urządzeń formujących (Tablice 4.2 – 4.7). W jaki sposób następuje wybór danego typu urządzenia do dalszych analiz? Arbitralnie przez planistę?

Dotyczy prognozowania wykorzystania urządzeń formujących do wykonania obiektu wznoszonego technologią MBB. Efektywność ich wykorzystania zależy bowiem nie tylko od organizacji robót monolitycznych (co jest przedmiotem symulacyjnej analizy przebiegu

robót), ale również od rodzaju i ilości deskowań zapotrzebowanych na budowę. Proszę o wypowiedź w tej sprawie.

Kryteria decyzyjne (K1 do K9) zdefiniowano tak, by charakteryzowała je preferencyjna niezależność. Zgoda! Ale dlaczego jest ich 9 a nie np. 6 lub 10? Proszę o syntetyczną odpowiedź w trakcie obrony.

Czy zaproponowana metoda planowania i model mogą być powtórzone do innych przypadków? W jaki sposób?

Na jakim etapie kończy się rozmytość (metody F-SAW oraz FUZZY TOPSIS) a przechodzi się dalej na model deterministyczny?

Dotyczy nakładów jednostkowych: jakie są różnice między danymi z katalogów dostawców urządzeń a danymi z katalogów krajowych oraz z badań przytoczonych w rozprawie?

Co to znaczy: planista dynamicznie alokuje zasoby?

Nie podoba mi się stawianie obok siebie następujących pojęć: szalunki, deskowania, urządzenia formujące, konstrukcje pomocnicze, konstrukcje tymczasowe.

Uwagi końcowe i wniosek

Recenzowana rozprawa doktorska Pani mgr inż. Anny Krawczyńskiej-Piechny zawiera cenne wartości poznawcze i użytkowe.

Zaproponowana metodyka i metody analiz planistycznych poszerzają dotychczasowy stan wiedzy w projektowaniu systemów wspomaganie decyzji w budownictwie. Dotyczy to w szczególności algorytmów zadań o niejednorodnej strukturze ograniczeń oraz symulacji dynamicznej procesów roboczych w harmonogramowaniu przedsięwzięć budowlanych.

Jednocześnie Autorka wykazała się zdolnością do wnikliwej i samodzielnej pracy badawczej.

Autorka dokonała krytycznej oceny stanu wiedzy badanego problemu, przeprowadziła badania uzasadniające proponowany model zarządzania, zaproponowała i sprawdziła interaktywny model planowania robót betonowych wraz z analizą efektywności wykorzystania systemowych urządzeń formujących. Rozprawa ma wyraźne znamiona pracy naukowej.

Uważam, że recenzowana rozprawa spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim. Stąd też rozprawę w tej wersji mogę rekomendować Radzie Wydziału Budownictwa, Mechaniki i Petrochemii Politechniki Warszawskiej i proponuję dopuszczenie jej do publicznej obrony. Jednocześnie ze względu na kompleksowe ujęcie tematu, czystość wywodu i wprowadzone nowatorskie rozwiązania proponuję rozpatrzyć wyróżnienie tej rozprawy.

a Kopynie⁷