

Warszawa , 24.06.2019 r.

Prof. dr hab. inż. Konrad Świrski

Wydział MEL Politechniki Warszawskiej

Dyscypliny naukowe : mechanika, budowa i eksploatacja maszyn, energetyka

Specjalności: maszyny i urządzenia energetyczne

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Adama Kielaka pt. „*Efektywność transportu rurociągowego paliw gazowych*”

1. Ogólna charakterystyka rozprawy

Rozprawa jest napisana w języku polskim i zawiera łącznie 157 stron, w tym 152 strony tekstu podstawowego , podzielonego na 8 rozdziałów , dwa załączniki, spis literatury , zawierający 41 wielojęzycznych pozycji bibliograficznych (głównie w języku angielskim) zestawionych w kolejności cytowania , 18 aktów prawnych i 23 Polskich Norm z zakresu projektowania i budowy sieci gazowych oraz spis rysunków i tabel , zastosowanych w rozprawie.

Pracę można zasadniczo podzielić na dwie części merytoryczne:

- *Część pierwszą* teoretyczną (ogólną), obejmującą wstęp i rozdziały 2-4 , w których przedstawiono sieci gazowe w Polsce , zaprezentowano syntetycznie stan wiedzy na temat efektywności transportu rurociągowego gazu oraz określono podstawowe zasady projektowania sieci gazowych na tle wyzwań polityki energetycznej Unii Europejskiej.
- *Część drugą*, obejmującą rozdziały 5-8 , która zawiera cel i tezę pracy , modele ekonometryczne i techniki modelowania kosztów stałych , metodykę doboru funkcji aproksymującej koszty zmienne , propozycję formuły kosztów całkowitych (rocznych), modelowe obliczenia wyznaczające racjonalne średnice gazociągów z punktu widzenia kryterium ekonomicznego , analizę metodą jednostkowego kosztu dynamicznego , a także podsumowanie i wnioski końcowe oraz wykazy bibliografii i spis rysunków i tabel , zastosowanych w rozprawie.

Struktura pracy jest ogólnie poprawna, chociaż fragmentami sprawia wrażenie nieco rozwlekłej. Strona formalna pracy jest zasadniczo właściwa. Ilość cytowanych pozycji bibliograficznych jest wystarczająca aczkolwiek mogłaby być także zdecydowanie obszerniejsza. Praca napisana jest dobrym językiem naukowo-technicznym. Należy stwierdzić na tej podstawie, że Autor rozprawy wykazał się umiejętnością pisania prac o charakterze naukowym.

2. Charakterystyka tematu oraz celu rozprawy

Zmiany polskiego sektora energetycznego widoczne są przede wszystkim jeśli śledzić strukturę zużycia paliw i zauważyć dynamicznie zwiększające się zużycie gazu naturalnego w energetyce. W obliczu rewolucyjnych zmian technologicznych, a szczególnie wobec nowych wymagań europejskiej polityki klimatycznej, niezbędne staje się szybkie odchodzenie od stosowania węgla w wytwarzaniu energii (rosnące ceny certyfikatów CO₂ oraz antywęglowe regulacje UE) oraz jako podstawowego paliwa w elektrociepłowniach (tu także wpływ Dyrektywy IED). Zużycie gazu w kraju rośnie i może podwoić się do roku 2030. Wszystko to powoduje konieczność budowy efektywnej struktury transportu gazu i rozwój nowoczesnych rozwiązań technicznych dla rurociągów. Tematyka rozprawy doktorskiej pt. „*Efektywność transportu rurociągowego paliw gazowych*” jest istotna zarówno z naukowego jak i praktycznego punktu widzenia. Na przestrzeni ostatnich kilkunastu lat powstało stosunkowo mało opracowań o tematyce projektowania /modelowania rozwoju rurociągów gazowych. Jest to zagadnienie, którego złożoność wynika głównie z wieloaspektowej natury problemów decyzyjnych i trudności w ich modelowaniu. Problem naukowy rozważany w pracy jest zatem *bardzo aktualny i ważny* szczególnie w tym okresie, kiedy nasz kraj aspiruje do grona krajów wysoko rozwiniętych, gdzie zasady gospodarki rynkowej powinny być stosowane. Badania nad problematyką rozważaną w rozprawie szczególnie zagranicą są już prowadzone od pewnego czasu. Ich wyniki pomimo, że opracowano wiele metod i procedur nie dają się w sposób prosty zastosować bezpośrednio do zagadnień rozważanych w rozprawie, stwarzając wiele utrudnień aplikacyjnych.

Pozytywnie więc oceniam fakt, że Doktorant podjął tak złożony i bardzo aktualny problem, zajmując się w rozprawie badaniami w zakresie możliwości jak najlepszego modelowania, gdyż poprzez odpowiedni dobór struktury oraz geometrii systemu przesyłowego można uzyskać znaczne zmniejszenie kosztów w fazie budowy, a także stworzyć warunki do efektywnego zarządzania procesem przesyłu gazu

Autor niniejszej rozprawy od wielu lat zajmuje się projektowaniem infrastruktury pełniąc funkcje Prezesa Zarządu PGNIG Gazoprojekt we Wrocławiu. Pod jego osobistym nadzorem na zlecenie ówczesnego Ministra Skarbu 2015 roku powstał raport RP 3041.15.0001.01 pod tytułem „Ocena potencjału w zakresie efektywności energetycznej infrastruktury gazowej Polski”. Rozprawa jest niejako zwieńczeniem powyższego opracowania, gdyż uzupełniając wypełnia lukę w zakresie badań i analiz efektywności przesyłu paliw gazowych, a w szczególności gazu ziemnego. Rozprawa bazuje na materiałach źródłowych zebranych w trakcie realizacji Raportu wraz z późniejszym uzupełnieniem, szczególnie w zakresie nakładów inwestycyjnych, które autor usystematyzował do 2017 roku włącznie.

Biorąc pod uwagę powyższe aspekty praca doktorska mgr inż. inż. Adama Kielaka jest aktualna i dotyczy ważnych problemów w gazownictwie/energetyce i gospodarce energetycznej.

Celem recenzowanej pracy jest zbadanie możliwości podwyższenia efektywności transportu rurociągowego gazu ziemnego oraz poszukiwanie najlepszych (z punktu widzenia kryteriów technicznych i kryterium ekonomicznego) rozwiązań w zakresie wymiarowania racjonalnej średnicy gazociągów. Praca zawiera część teoretyczną opracowaną na podstawie studiów literaturowych i praktyki projektowej, gdzie przedstawiono kryteria techniczne i kryterium ekonomiczne, które powinny być stosowane na etapie projektowania oraz część praktyczną, gdzie przedstawiono koncepcję obliczania kosztów stałych i zmiennych według własnych algorytmów autora dla sformułowania aproksymacyjnej zależności opisującej koszty całkowite gazociągu. Zaproponowana w rozprawie metodyka określania kosztów całkowitych transportu rurociągowego gazu umożliwia dobór racjonalnej średnicy gazociągu, tworząc warunki do ekonomicznie efektywnego zarządzania procesem transportu gazu

Przeprowadzone badania nie wyczerpują w pełni możliwości zaproponowanej w rozprawie metodyki, jak również nie wyczerpują procedur stosowanych w celu wykrycia związków pomiędzy zmiennymi decyzyjnymi. Zagadnienie poszukiwania takiej postaci zmiennych, która okazałaby się najlepsza i najbardziej użyteczna do celów modelowania ekonometrycznego kosztów całkowitych (co wiąże się również z przygotowaniem danych wejściowych w celu odfiltrowania zdatnych do uogólnienia użytecznych korelacji) pozostaje tematem otwartym, w którym jeszcze wiele można zbadać. Zaproponowana przez Doktoranta metodyka badań i analiz jest oryginalnym podejściem Autora, służącym do rozwiązania postawionego problemu, a także jest wkładem w rozwój dyscypliny naukowej, której poświęcona jest rozprawa doktorska.

Postawione przez Autora cele pracy są oryginalne. Przedstawiony problem naukowy jest aktualny i ważny, szczególnie w obecnym okresie. Zagadnienia naukowe przedstawione w pracy są w ogólności sprecyzowane w sposób wystarczająco jasny i jednoznaczny.

3. Rozwiązanie postawionego problemu naukowego

Problem naukowy przedstawiony przez Autora rozwiązany został w rozdziałach : szóstym/ósmym, gdzie kolejno sprecyzowano główne założenia metodyczne i zaprezentowano koncepcję nowej metody modelowania kosztów, przeprowadzono badania modelowe, określono formuły kosztów całkowitych, wyznaczono racjonalne średnice dla gazociągów dystrybucyjnych i przesyłowych w oparciu o zasady rachunku kosztów całkowitych. W pracy przeprowadzono badania możliwości podwyższenia efektywności transportu rurociągowego gazu ziemnego. Przeanalizowano różnorodne aspekty z zakresu procedur projektowania, usystematyzowano zasady doboru średnic gazociągów, zaakcentowano konieczność uwzględ-

nienia kryterium ekonomicznego , jako równie ważnego w stosunku do kryteriów technicznych.

Badania modelowe wykonano dla danych rzeczywistych dotyczących budowy gazociągów w ostatnim okresie w Polsce oraz sformułowano rekomendacje do dalszych działań. Wykonana praca jest istotnym krokiem w kierunku uwzględniania oprócz kryteriów technicznych , kryterium ekonomicznego. Należy szczególnie zadbać o jakość procedur/algorytmów projektowania, aby stworzyć realne szanse/możliwości podwyższenia efektywności przesyłania gazu ziemnego. Jest to bardzo ważne wyzwanie dla praktyki badawczej i praktyki gospodarczej kraju.

Za oryginalne osiągnięcia Autora pracy uznałbym:

1. *Zaproponowanie modeli określania kosztów kapitałowych (inwestycyjnych) dla gazociągów dystrybucyjnych i przesyłowych*
2. *Zamodelowanie procesu określania kosztów zmiennych, co pozwoliło na określenie równań jednostkowych kosztów całkowitych (rocznych), które poddano procesowi „quasi-optimalizacji”,*
3. *Wyznaczenie tak zwanych średnic racjonalnych dla gazociągów dystrybucyjnych i przesyłowych (zapewne w tych zastosowanych procedurach ,z reguły aproksymujących , zaistnieć mogły przybliżenia wobec wartości rzeczywistych -z czego autor zdaje sobie sprawę-, ale taka jest natura rzeczy, które podlegają procesowi aproksymacji, gdyż nie istnieją zazwyczaj tak zwane rozwiązania dokładne.*

4. Uwagi i kwestie dyskusyjne

Jako recenzent rozprawy zgłaszam następujące uwagi i kwestie dyskusyjne:

A. Uwagi ogólne:

1. Tytuł samej rozprawy jest znacznie bardziej ogólny i obszerny, niż ostatecznie przedstawiono w samej pracy doktorskiej. Moim zdaniem ograniczanie się w rozprawie do zagadnień efektywności ekonomicznej pewnym jest uproszczeniem. Chyba , że w tytule byłoby „...*Ekonomiczna efektywność transportu rurociągowego paliw gazowych ...*”.

2. W pracy „*optymalizowano*” różnorodne kwestie , ale w sposób arbitralny przyjęto wartości niektórych wielkości – może to budzić wątpliwości co do tak sformułowanej metody , mającej charakter „hybrydowy”. Autor sam też w podsumowaniu pisze że wykonano (w przypadku do kosztów całkowitych) „*quasi-optimalizację*”. Być może także należałoby rozważyć stosowanie bardziej nowoczesnych algorytmów rozwiązania zadania optymalizacji dla układów nieliniowych – np. algorytmy genetyczne, szczególnie że zgodnie z rys. rozdz. 6 zagadnienie nie posiada wielu ekstremów lokalnych, a to dalej w pewien sposób zmniejszyłoby uproszczenia z uwagi na aproksymację.

3. Uważam, że stosowanie niepełnego rachunku ekonomicznego (bez uwzględniania czynnika czasu) w różnorodnych analizach jest uproszczeniem i może prowadzić do niewłaściwych wniosków. W tej dziedzinie odradzałbym „eksperymentowanie”, gdyż opracowano już całkiem racjonalny układ rodzajowy kosztów w energetyce, który z powodzeniem można uwzględniać w badaniach ekonomicznych w gazownictwie.

4. Kompozycja pracy zyskałaby na przejrzystości, gdyby ograniczono początkowe rozdziały, nie wchodząc w politykę energetyczną oraz zrezygnowano z nużącego opisu regulacji formalno-prawnych UE i tak od nas niezależnych.

B. Uwagi szczegółowe:

Generalnie w wielu miejscach warto zastosować spację rozdzielającą. Kilka drobnych uwag redakcyjnych:

1. Strona 129. Rys.6.1- w opisie legendy winno być 2,5 MPa obniż. ,a nie obiz.
2. Strona 134. Rys.6.2 –czy w nawiasach na wykresie podano współrzędne, czy chodzi o wersje modelu kosztów zmiennych kzm.1.1, 1.2 ?? -
3. Strona 135. Rys.6.3- uwaga, jak powyżej
4. Strona 140. Wzór 6.20 – co oznacza „e”??
5. Strona 141. Kolokwializmy jak „odstroić”
6. Strona 155. Poz.bibliogr.41 -winno być „...Norske ”...zamiast „...norske ”
7. Strona 157 – bardzo słaba rozdzielczość załącznika Z-2

Przedstawione powyżej uwagi zasadniczo nie obniżają wartości merytorycznej recenzowanej rozprawy i nie umniejszają osiągnięć Autora. Wszystkie te niedoskonałości wynikają niewątpliwie z pośpiechu i braku odpowiedniej korekty redakcyjnej, i są też znane każdemu z naukowców przygotowujących własne prace. Inne liczne drobne uwagi, potknięcia stylistyczne jak również pewne niejasności (zauważone w rozprawie) zostały pominięte w recenzji na skutek uprzedniego omówienia i wyjaśnienia ich z Doktorantem.

5. Ocena pracy jako rozprawy doktorskiej

Biorąc pod uwagę zawartość pracy stwierdzam, że Doktorant w sposób wystarczająco jednoznaczny sformułował problem naukowy, który następnie rozwiązał właściwie przy użyciu metod naukowych. W świetle powyższych uwag, należy uznać, że **postawiona w rozprawie teza została udowodniona**. Doktorant słusznie zwrócił uwagę, że transport rurociągowy paliw gazowych jest procesem złożonym i stosunkowo trudnym. Zaniedbania, uchybienia, niedotrzymywanie wysokiego poziomu jakości już w początkowym stadium – na etapie projektowania gazociągów, kumuluje się z nawiązką w kolejnych etapach/latach.

Zakres i stopień wiedzy Doktoranta w zakresie dyscypliny naukowej, której dotyczy praca, jest wystarczający zarówno w zakresie teoretycznym jak również aplikacyjnym. Na szczególną uwagę zasługuje spora wiedza i znajomość zagadnień z zakresu modelowania matematycznego, gospodarki energetycznej i programowania komputerowego. Doktorant posiada również dość dobre opanowanie techniki pisania prac naukowych oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

6. Wniosek końcowy

Recenzowana rozprawa doktorska mgr inż. Adama Kielaka pt. „*Efektywność transportu rurociągowego paliw gazowych*” **spełnia ustawowe wymagania dotyczące rozpraw doktorskich** zawarte w stosownych przepisach, a w szczególności w art. 13 Ustawy o stopniach i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki z 14.03.2004r. (Dz.U.nr 65, poz.595 wraz z późn. zmianami).

Jest ona oryginalnym rozwiązaniem postawionego przez Autora zagadnienia naukowego. Potwierdza opanowanie przez Niego wiedzy w dyscyplinie naukowej **budowa i eksploatacja maszyn/maszyny** i urządzenia energetyczne. Potwierdza również umiejętność rozwiązywania problemów naukowych, w związku z powyższym wnioskuję o **dopuszczenie mgra inż. Adama Kielaka do publicznej obrony rozprawy doktorskiej.**

