

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Jolanty Szymik-Gralewskiej

nt.:

**„Metody optymalizacji eksploatacji stacji uzdatniania wody
z nadmiarem zdolności produkcyjnej”**

1. Formalna podstawa opracowania recenzji

Formalną podstawę opracowania recenzji stanowi zlecenie z dnia 29 kwietnia 2015 roku, RIE-BD/4/274/2014/2015 Pana Profesora Krzysztofa Barbusińskiego, Prodziekana ds. Organizacji i Rozwoju Wydziału Inżynierii Środowiska i Energetyki Politechniki Śląskiej.

2. Charakterystyka rozprawy

Rozprawa doktorska mgr inż. Jolanty Szymik-Gralewskiej liczy 102 strony tekstu, w tym 21 tabel i 55 rysunków. Składa się ona z dziewięciu rozdziałów, obejmujących Wstęp oraz Podsumowanie i Wnioski. Rozdział 1 stanowi wprowadzenie do rozprawy. W rozdziale 2 został dokonany przegląd dotychczasowych badań w zakresie teorii inżynierii niezawodności oraz kosztów cyklu życia elementów systemu. Z kolei w rozdziale 3 sformułowano tezę pracy oraz główny cel pracy i cele szczegółowe. Ważną częścią pracy jest rozdział 4, w którym została opisana metodyka badań przeprowadzonych przez Autorkę, uwzględniająca analizę niezawodności stacji uzdatniania wody oraz metodę optymalizacji technologicznych układów tych stacji. W rozdziale 5 zaprezentowano charakterystykę, będącego przedmiotem wykonanych przez Autorkę badań, Zakładu Produkcji Wody Goczałkowice. Najbardziej istotne, z punktu widzenia głównego celu pracy, są rozdziały 6 i 7. W rozdziale 6 została zaprezentowana charakterystyka niezawodności funkcjonowania urządzeń obiektów Zakładu Produkcji Wody Goczałkowice, natomiast w rozdziale 7 analiza kosztów cyklu życia obiektów Zakładu Produkcji Wody w Goczałkowicach. Rezultaty przeprowadzonych w pracy analiz zostały opisane w rozdziale 8 i są odniesione do różnych obiektów i urządzeń

badanego zakładu produkcji wody. Wnioski wynikające z pracy zostały sformułowane w rozdziale 9. Umieszczona na końcu pracy Bibliografia zawiera 265 pozycji, w tym 20 aktów prawnych oraz 15 źródeł internetowych. W Bibliografii 55 pozycji stanowią publikacje zagraniczne. W pracy na stronach 119-150 zamieszczono 4 załączniki.

3. Merytoryczna ocena rozprawy

Przeprowadzona bardzo wnikliwie w rozdziale 2 analiza dotychczasowych badań związanych z tematyką rozprawy doktorskiej wykazała, że w literaturze przedmiotu pracy, pomimo wielu publikacji dotyczących nowoczesnych metod oceny niezawodności oraz analiz ekonomicznych z wykorzystaniem modeli cyklu życia elementów systemu (LCC), brak jest przykładów kompleksowych narzędzi analitycznych dla łącznej oceny niezawodności eksploatacji systemów wodociągowych oraz analizy kosztów ich funkcjonowania. Jak wynika z, przedstawionego na rysunku 2.4 na s. 17, schematu blokowego aktualnie zachodzi konieczność prowadzenia analiz niezawodności w ścisłym powiązaniu z analizami kosztów eksploatacji obiektów wodociągowych. Takie podejście jest szczególnie ważne dla procesu funkcjonowania systemów wodociągowych, którym stawia się wymagania zarówno niezawodności ekonomicznej jak też technologicznej. Autorka zaprezentowała w pracy takie właśnie podejście. Dlatego też temat przedstawionej przez Nią rozprawy doktorskiej uważam za bardzo ważny zarówno w jego aspekcie poznawczym jak również aplikacyjnym.

Autorka, w rozdziale 4 na s. 33, sformułowała następującą tezę badawczą: „Założenia teorii niezawodności i metodologii prognozowania kosztów cyklu życia obiektów technicznych pozwalają na opracowanie metody optymalizacji działania stacji uzdatniania wody z nadmiarem zdolności produkcyjnej”. Dla udowodnienia przyjętej tezy badawczej Autorka określiła główny cel rozprawy, którym było opracowanie metody optymalizacji eksploatacji stacji uzdatniania wody z nadmiarem zdolności produkcyjnej. Temu celowi został podporządkowany, przyjęty przez Autorkę, bardzo klarowny układ rozprawy doktorskiej.

W badaniach Autorka umiejętnie wykorzystwała programy komputerowe Plusk i Statistica. Ich zastosowanie umożliwiło określenie wariantów eksploatacji układów technicznych poprzez wyznaczenie dla nich wartości takich parametrów, jak intensywność strumienia uszkodzeń, średni czas pracy, średni czas odnowy, częstotliwość uszkodzeń oraz stacjonarny wskaźnik gotowości.

Szczególne znaczenie w przeprowadzonych przez Autorkę badaniach odgrywa analiza kosztów cyklu życia produktu (ang. Life Cycle Cost - LCC). Analiza ta opiera się na założeniu, że każdy obiekt w czasie swojego istnienia przechodzi przez fazy życia, w których są generowane, charakterystyczne dla poszczególnych faz przychody i wydatki. Taka analiza kosztowa powinna być prowadzona etapowo, co zostało pokazane na rysunku 2.5 na stronie 18. Spośród wielu dostępnych modeli LCC należało dokonać wyboru modelu dostosowanego do potrzeb rozprawy doktorskiej. Autorka trafnie wybrała rachunek kosztów działań i cyklu życia AB-LCC (ang. Activity-Based Life Cycle Cost Analysis ~ AB-LCC). Tradycyjna koncepcja dotyczy przede wszystkim przepływów pieniężnych, natomiast model AB-LCC uwzględnia oprócz przepływów pieniężnych również koszty działań.

Zadanie optymalizacji kosztowej, z zastosowaniem analiz LCC w odniesieniu do systemów wodociągowych, znalazło dotychczas zastosowanie głównie w badaniach układów pompowych. W tej sytuacji ważnym osiągnięciem Autorki jest opracowanie, dla stacji uzdatniania wody, modelu obliczeniowego AB-LCC, w którym wykorzystano założenia rachunku kosztów funkcjonowania i cyklu życia obiektu przedstawione w rozdziale 2.

Na uwagę zasługuje, pokazana przez Autorkę na rysunku 4.6 na stronie 46, zależność kosztów i niezawodności dla optymalnie działającego systemu wodociągowego. Wynika z niej, że im wyższe nakłady inwestycyjne ponoszone w fazie projektowania i realizacji inwestycji, tym wyższa niezawodność systemu i niższe jego koszty występujące w fazie użytkowania.

Ważnym osiągnięciem Autorki jest wprowadzenie do przyjętej metodyki, nowych wskaźników zintegrowanej analizy niezawodnościowo-ekonomicznej takich, jak ekonomiczny wskaźnik gotowości operacyjnej, indeks konsekwencji decyzji operacyjnych, jednostkowy indeks konsekwencji bezpieczeństwa wydajności oraz jednostkowy indeks konsekwencji decyzji operacyjnych.

Wprowadzenie tych wskaźników umożliwiło opracowanie procedur, jak nazywa to Autorka, racjonalnej optymalizacji. Pewne wątpliwości budzi użycie na stronie 32 określenia „racjonalnej optymalizacji eksploatacji obiektów wodociągowych”, gdyż jak Autorka podaje na stronie 45, za podstawę optymalizacji przyjmuje się, sformułowaną przez Oskara Langego, zasadę racjonalnego gospodarowania.

Opracowana przez Autorkę metoda została zweryfikowana na przykładzie rzeczywistych warunków eksploatacji Zakładu Produkcji Wody Goczałkowice. Opisane w rozdziale 8 rezultaty przeprowadzonych badań stanowiły podstawę opracowania metody umożliwiającej ocenę wariantów dalszego funkcjonowania stacji uzdatniania wody, z uwzględnieniem ograniczenia nadmiaru zdolności produkcyjnej. Powstały również możliwości zastosowania w procedurach badawczych pojęcia ekonomicznego okresu użyteczności technicznej, określającego horyzont czasowy fazy użytkowania układów wodociągowych. Stanowi to podstawę do wyznaczenia rzeczywistej stopy amortyzacji urządzeń wodociągowych. Zastosowanie opracowanej przez Autorkę metody umożliwiło opracowanie racjonalnego planu zarządzania infrastrukturą techniczną Zakładu Produkcji Wody Goczałkowice. Badania niezawodności wykazały, że aktualny sposób funkcjonowania układu ozonowania oraz filtracji na węglu aktywnym są niewłaściwe. W obu tych przypadkach czasy odnowy urządzeń są bowiem zbyt długie, co zagraża bezpieczeństwu całego układu technologicznego.

Wnioski wynikające z przeprowadzonych w pracy analiz zostały sformułowane w sposób konsekwentny i logiczny. Wynika z nich, że do najważniejszych oryginalnych osiągnięć naukowych i aplikacyjnych recenzowanej rozprawy można przede wszystkim zaliczyć:

- 1) opracowanie metody określania poziomu niezawodnościowo-ekonomicznego funkcjonowania stacji uzdatniania wody z nadmiarem zdolności produkcyjnej;
- 2) określenie nowych parametrów dla potrzeb zintegrowanej analizy niezawodnościowo-ekonomicznej, np. ekonomicznego wskaźnika gotowości operacyjnej;
- 3) zaproponowanie metodyki pozwalającej ocenić warianty dalszego działania systemu, uwzględniające redukcję nadmiaru zdolności produkcyjnej.

Rezultaty przeprowadzonych w pracy analiz zostały bardzo dobrze opisane w rozdziale 8. Na podstawie uzyskanych wyników można było potwierdzić, że ekonomiczny wskaźnik gotowości operacyjnej, w miarodajny sposób, reprezentuje zarówno koszty jak też niezawodnościowy aspekt optymalnego układu urządzeń stacji uzdatniania wody w Goczałkowicach. Pokazana, na rysunku 8.1 na stronie 96, zależność ekonomicznego wskaźnika gotowości operacyjnej (R) od wartości wskaźnika gotowości (K) dla układu dezynfekcji jest podobna do zależności LCC od wskaźnika (K), przedstawionej na rysunku 8.2. na stronie 97. Z zależności tych wynika istotna własność badanej w pracy funkcji

kosztowej polegająca na tym, że koszty gwałtownie wzrastają, gdy wartość wskaźnika gotowości zbliża się do 1.

Autorka posiada świadomość, że ograniczony zakres pracy nie pozwolił na opracowanie niektórych zagadnień dotyczących optymalizacji niezawodnościowo-kosztowej. Dotyczy to przede wszystkim takich zagadnień, jak poszerzenie analiz o badania technologiczne w zakresie doboru optymalnych dawek i czasów zatrzymania dla procesów technologicznych uzdatniania wody oraz wprowadzanie do badań poziomu niezawodnościowo-kosztowego funkcjonowania sieci wodociągowej oraz komunalnych oczyszczalni ścieków.

Opracowana przez Autorkę metoda może być zastosowana do badania innych obiektów technologicznych systemów wodociągowych zlokalizowanych na terenie Górnego Śląska. Zaprezentowany model może być zastosowany do badania stacji uzdatniania wody, będących w fazie użytkowania, jak również w fazie projektowania nowych obiektów.

Na tle ogólnie pozytywnej oceny recenzowanej rozprawy, chciałbym sformułować dwa zagadnienia, które moim zdaniem zasługują na przedyskutowanie, czyli:

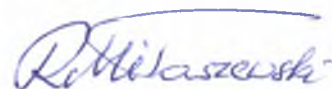
1. W jaki sposób, zdaniem Autorki, należy gromadzić informacje potrzebne do praktycznego zastosowania analizy kosztów cyklu życia obiektów systemów wodociągowych?
2. Czy możliwe jest, na obecnym etapie badań, określenie poziomu niezawodnościowo-kosztowego funkcjonowania sieci wodociągowej?

4. Wniosek końcowy

Rozprawa doktorska mgr inż. Jolanty Szymik-Gralewskiej stanowi pracę badawczą o charakterze poznawczym. Autorka umiejętnie sformułowała temat badawczy, który następnie rozwinęła w trakcie formułowania tezy badawczej i celów rozprawy. Autorka wykazała się bardzo dobrą znajomością przedmiotu rozprawy oraz umiejętnością rozwiązywania trudnych problemów badawczych związanych z nowoczesnymi metodami oceny niezawodności oraz analizy kosztów działań z wykorzystaniem modelu cyklu życia elementów systemu. Autorka udowodniła sformułowaną w pracy tezę badawczą, że założenia teorii niezawodności i metodologii prognozowania kosztów życia obiektów technicznych pozwalają na opracowanie metody optymalizacji działania stacji uzdatniania wody z nadmiarem zdolności produkcyjnej.

Na podstawie przeprowadzonej oceny jednoznacznie stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr inż. Jolanty Szymik-Gralewskiej nt.: „Metody optymalizacji eksploatacji stacji uzdatniania wody z nadmiarem zdolności produkcyjnej” jest opracowaniem oryginalnym i odpowiada warunkom określonym w Ustawie z dnia 14.03.2003r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach naukowych i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2003.65.595 z późn. zm.) i wnoszę o jej dopuszczenie do publicznej obrony przed Radą Wydziału Inżynierii Środowiska i Energetyki Politechniki Śląskiej.

Równocześnie, biorąc pod uwagę walory poznawcze i aplikacyjne recenzowanej rozprawy, wnoszę o jej wyróżnienie.



Rafał Milaszewski

Białystok, 19.05.2015r.

