

Prof. dr hab. inż. Robert Sekret
Politechnika Częstochowska
Wydział Infrastruktury i Środowiska
42 – 201 Częstochowa, ul. J.H. Dąbrowskiego 69
E-mail: robert.sekret@pcz.pl

Częstochowa, dn. 19.09.2022 r.

Jej Magnificencja
Rektor Politechniki Koszalińskiej
Dr hab. Danuta Zawadzka, Prof. PK
ul. Śniadeckich 2
75-453 Koszalin

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgr. inż. Macieja Kotuła

nt. „Badanie zawilgocenia gazu ziemnego
od kątem sprawności i ekologiczności jego wykorzystania”

1. Wprowadzenie

Recenzja niniejsza została napisana w odpowiedzi na pismo Jej Magnificencji Rektor Politechniki Koszalińskiej dr hab. Danuty Zawadzkiej, prof. PK z dnia 9 września 2022 roku.

2. Ocena rozprawy doktorskiej

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska mgr. inż. Macieja Kotuła pt. „Badania zawilgocenia gazu ziemnego pod kątem sprawności i ekologiczności jego wykorzystania” zawiera łącznie 143 strony. Rozprawa została podzielona na 7 głównych rozdziałów i uzupełniona: zestawieniem stosowanych symboli, streszczeniem, słowem wstępnym, spisem tabel, spisem rysunków oraz wykazem literatury. W rozdziale pierwszym recenzowanej pracy doktorskiej Kandydat

przedstawił część teoretyczną studium przypadku, którym jest problem pojawiającej się wody w układach sieci gazowych średniego i niskiego ciśnienia niedający się wytłumaczyć wprost nieszczelnościami przewodów. W rozdziale tym Doktorant odniósł się do metod oczyszczania i osuszania gazu ziemnego, wpływu zawartości wilgoci w gazie ziemnym na proces jego spalania oraz scharakteryzował dwie istotne awarie polegające na nagłym wstrzymaniu dostawy gazu ziemnego w Kołobrzegu i w Zielonej Górze, gdzie głównym czynnikiem sprawczym była woda w sieci gazowej. W rozdziale 2 Doktorant przedstawił cel i zakres rozprawy. Jako główny cel naukowy pracy wskazał możliwość dokładanego przewidywania momentów występowania nadmiernego wykraplania wilgoci w sieci gazowej na podstawie obowiązkowej analizy parametrów fizyko – chemicznych gazu ziemnego w zakresie zawartości wilgoci oraz parametrów stanu otoczenia sieci gazowej. Doktorant stwierdził w tym rozdziale pracy, że rozwiązanie postawionego problemu umożliwi zwiększenie bezpieczeństwa transportu gazu i eksploatacji sieci gazowych oraz wzrost sprawności i tzw. "ekologiczności" procesu spalania gazu. W rozdziale 3 Autor rozprawy zaprezentował metodę realizacji badań, w tym lokalizację i częstotliwość poboru próbek gazu ziemnego oraz opis prowadzenia pomiarów. Kandydat scharakteryzował ponadto wykorzystaną aparaturę badawczą oraz system (aplikację) archiwizowania danych eksploatacyjnych z dwóch stacji redukcyjno-pomiarowych (Zieleniewo i Koszlińska). W rozdziale 4 Doktorant przedstawił wyniki badań w postaci zestawień tabelarycznych (12 wielkości mierzonych). Rozdział 5 rozprawy doktorskiej to analiza wyników badań. W pierwszej części rozdziału 5 Doktorant opisał metodę analizy danych pomiarowych. Opis ten zawiera charakterystykę opracowanej i dedykowanej aplikacji komputerowej pozwalającej na obliczanie wybranych parametrów gazu ziemnego w oparciu o dane pomiarowe, w tym: punktu rosy dla wody, wilgotność bezwzględną, wilgotność względną, temperaturę termometru mokrego, czy stężenie objętościowe, stężenie masowe i ciśnienie cząstkowe różnych gazów przy danych wartościach temperatury i ciśnienia gazu. Druga część rozdziału 5 to właściwa analiza danych dla pobranych próbek gazu ziemnego. Analiza to poprzedzona została przeliczeniem wszystkich próbek na warunki wysokiego ciśnienia co pozwoliło na uzyskanie nowych wartości punktu rosy i zawartości wody w gazie. Uzyskane wyniki przedstawiono w postaci tabelarycznej. Efektem końcowym jest wskazanie ilości wody wykrapłającej się w okresie jednej godziny dla danej strefy dystrybucyjnej. Rozdział ten kończy się analizą danych z protokołów inspekcji odwadniaczy. Protokoły są potwierdzeniem

ilości odpompowanych hydratów w tym samym czasie co pobrano próbki gazu ziemnego. W rozdziale 6 Doktorant przedstawił podsumowanie badań a w rozdziale 7 wnioski końcowe. Po zapoznaniu się z rozprawą doktorską nie wnoszę uwag do jej układu. Biorąc pod uwagę specyfikę badań, struktura rozprawy jest logicznie ułożona a treść pracy czytelna, nie występują powtórzenia informacji. Doktorant szczegółowo przedstawia poszczególne etapy prac. Zwróciłbym jednak uwagę na formę prezentacji wyników badań. Zawarcie w głównej części rozprawy wszystkich wyników badań w formie tabelarycznej, jak również kopi protokołów z inspekcji odwadniaczy jest zbędne, a nawet utrudnia czytanie pracy. Wszystkie te informacje można przedstawić w formie załącznika do rozprawy, natomiast w części głównej pracy wykonać zestawienia zbiorcze lub przedstawić te wyniki, które z punktu widzenia rozwiązywanego problemu są istotne do wnioskowania końcowego. Niezależnie od przytoczonej mojej uwagi uważam, że Doktorat uzyskał umiejętność organizacji rozprawy doktorskiej.

Przedstawiony w ocenianej rozprawie doktorskiej stan wiedzy w podjętym problemie naukowym ściśle odnosi się do tematu pracy. Przedstawiony przegląd literatury Doktorant wykonał w oparciu o 31 pozycji bibliograficznych, w tym również znalazły się źródła internetowe. Jest to skromna liczba, niemniej jednak biorąc pod uwagę zawarte w rozprawie szczegółowe opisy i analizy awarii sieci gazowych wynikających z wysokiej zawartości wody, przedstawiony stan wiedzy zdefiniowanego problemu naukowego jest aktualny i szczegółowy. Ponad 70% źródeł literaturowych jest z okresu ostatnich 10 lat. Dlatego też uważam, że Doktorant nabył umiejętności poprawnego wykonania krytycznego przeglądu aktualnego stanu wiedzy naukowej z obszarze podjętego problemu.

Podstawowym celem naukowym ocenianej rozprawy doktorskiej było udowodnienie, że na podstawie standardowo dostępnych analiz parametrów fizyko – chemicznych gazu ziemnego oraz stanu środowiska zewnętrznego można wskazać czas występowania nadmiernego wykraplania wilgoci w sieci gazowej. Tak jak wskazał Doktorant w rozdziale 2 wiedza ta pozwoli na: zwiększenie bezpieczeństwa transportu gazu, bezpieczeństwa eksploatacji sieci gazowych oraz podniesienie sprawności procesu spalania gazu ziemnego. Doktorant przyjął, że realizacja tego celu pracy będzie możliwa w wyniku znalezienia korelacji pomiędzy wartością punktu rosy

a temperaturą gruntu, ciśnieniem atmosferycznym, czy ciśnieniem gazu w sieci gazowej. Założonym efektem realizacji postawionego celu głównego rozprawy jest również nowy stan wiedzy pozwalający na aktualizacje przepisów z zakresie projektowania i budowy, oraz eksploatacji sieci gazowych. Ze względu na niską emisję zanieczyszczeń do środowiska, niską emisję ditlenku węgla, krótki czas budowy oraz elastyczność eksploatacyjną należy oczekiwać, że pomimo obecnej sytuacji dostępności i cen gazu ziemnego technologie konwersji energii z wykorzystaniem gazu ziemnego zwłaszcza w sektorze komunalnego zaopatrzenia budynków w energię będą technologiami pomostowymi pomiędzy technologiami węglowymi a przyszłościowymi technologiami alternatywnych źródeł energii. Z drugiej jednak strony w przypadku niespełnienia surowych wymagań dotyczących projektowania, budowy i eksploatacji systemów zasilania gazem, gaz może być niezwykle niebezpieczny dla zdrowia i życia ludzi. Dlatego też uważam, że podjęty problem naukowy zawilgocenia gazu ziemnego pod kątem sprawności i „ekologiczności” jego wykorzystania (pomimo, że problem ten dotyczy głównie gazu ziemnego zaazotowanego), świadczy o trafności wyboru tematyki naukowo-badawczej przez Doktoranta zarówno z punktu widzenia celu naukowego, jak i celu użytecznego. Należy podkreślić, że pomimo długiego już czasu eksploatacji sieci gazowych w kraju, praktyka nadal wskazuje istotne (m.in. z punktu widzenia efektywności energetycznej) problemy do rozwiązania. Uważam, że przedstawiony cel i zakres pracy szczegółowo informują o kierunku pracy oraz aplikacyjności wyników. Podjęta problematyka stanowi istotny element dyscypliny naukowej inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Uważam, że Doktorant nabył umiejętności poprawnego formułowania celu rozprawy doktorskiej.

Przyjęte metody badawcze zarówno w zakresie pomiarów charakterystycznych parametrów gazu ziemnego oraz otoczenia sieci gazowniczej, czy poboru danych z aplikacji systemu monitoringu stacji redukcyjno-pomiarowych są odpowiednie do realizacji celu pracy. W rozdziale 5.1 Doktorant przedstawił również kolejny element metodyki badawczej opracowanej na potrzeby analizy wyników pomiarów. Opis opracowanej i przygotowanej na potrzeby rozprawy aplikacji oraz jej interfejsu jest czytelny. Aplikacja stanowi użyteczne narzędzie będące wsparciem dla analiz wyników badań. Dlatego też, uważam, że

Doktorant nabył umiejętności poprawnego wyboru metodyki i realizacji badań dla przyjętego celu naukowego.

Nie wnoszę uwag do uzyskanych przez Doktoranta wyników badań. Są one przedstawione w sposób bardzo czytelny i wnoszą nowy stan wiedzy w podjętej problematyce. Zwróciłbym jednak uwagę, że z punktu widzenia czytelnika wybrana jedynie tabelaryczna forma ich prezentacji zdecydowanie utrudnia ich analizę. Moim zdaniem zabrakło przedstawienia wyników w postaci graficznej, które byłyby zdecydowanie czytelniejsze. Pomimo tego nie wnoszę uwag do wniosków szczegółowych. Przedstawione przez Doktoranta podsumowanie i wnioski końcowe odnoszą się do przyjętego celu i zakresu pracy oraz wynikają z przedstawionego materiału w rozprawie. W związku z tym stwierdzam, że Doktorant nabył umiejętności prezentacji uzyskanych wyników badań, ich analizy oraz formułowania wniosków.

Recenzowana rozprawa doktorska charakteryzuje się również aspektem aplikacyjnym zarówno z punktu widzenia poprawy warunków eksploatacji sieci gazowych, jak również z punktu widzenia nowego stanu wiedzy na potrzeby nowelizacji wytycznych projektowania tego typu sieci. Konieczność stosowania odwadniaczy oraz wymóg prowadzenia stałej i regularnej kontroli stanów fizyko – chemicznych, zwłaszcza w zakresie wilgotności, poza analizą energetyczną dla gazu jest elementem poprawy bezpieczeństwa dostaw gazu, eksploatacji sieci gazowych, wydłużenia czasu eksploatacji urządzeń gazowych i obniżenie szkodliwego oddziaływania na środowisko.

Na podstawie recenzowanej pracy należy podkreślić inżynierskie przygotowanie Doktoranta do realizacji pracy naukowej na obiekcie rzeczywistym pracującym w stanie wysokiego reżimu bezpieczeństwa. Stanowi to duży atut. Aspekt inżynierski silnie przewija się również w całej treści rozprawy doktorskiej. Sprawia to, że Kandydat do stopnia naukowego doktora w sposób minimalny (jedynie konieczny) wykorzystał narzędzia naukowe w realizacji pracy badawczej. Nie umniejsza to jednak wartości poznawczej uzyskanych wyników. Wybrana droga rozwiązania wybranego problemu naukowego okazała się efektywna.

Uwagi dyskusyjne

1. Czy na podstawie obecnego stanu wiedzy dostępnej w literaturze lub na bazie własnych doświadczeń Doktoranta można ocenić skalę awarii lub niedogodności w przesyłach i dostawie gazu w krajowych systemach gazowych?
2. Jakiego udziału sieci gazowych lub wielkości odbioru gazu dotyczy problem zbyt wysokiej ilości wody?
3. W temacie rozprawy doktorskiej wskazano aspekt sprawności i „ekologiczności” w badaniach zawilgocenia gazu ziemnego. W uzyskanych wynikach przedstawionych w rozprawie brakuje jednak odniesienia się do tych zagadnień. Proszę o komentarz lub wyjaśnienie.
4. Jakiej poprawy efektywności przesyłu i dostawy gazu można się spodziewać w wyniku zastosowania wniosków wynikających z badań?

3. Wniosek końcowy

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska mgr. inż. Macieja Kotuła pt. „Badania zawilgocenia gazu ziemnego pod kątem sprawności i ekologiczności jego wykorzystania” stanowi oryginalne rozwiązanie istotnego problemu naukowego z obszaru efektywności energetycznej i środowiskowej sieci, instalacji i urządzeń gazowych i wnosi wkład w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Jej poziom merytoryczny spełnia wymagania obecnych przepisów w tym zakresie.

Wobec powyższego wnioskuję o dopuszczenie rozprawy do publicznej obrony.

