

Prof. dr hab. inż.
Anatoliy Pavlenko
Profesor zwyczajny
Katedra Fizyki Budowli i Energii Odnawialnej
Politechnika Świętokrzyska

Kielce, dnia 20 września 2022 r.

aleja Tysiąclecia Państwa Polskiego 7, 25-314 Kielce
tel: +48 883 741 291; +48 (41) 34 24 825
e-mail: apavlenko@tu.kielce.pl

RECENZJA

pracy doktorskiej mgr inż. Macieja Kotuły
pt. „Badanie zawilgocenia gazu ziemnego pod kątem sprawności i ekologicz-
ności jego wykorzystania”

1. PODSTAWA OPRACOWANIA

- Pismo Pani Rektor Politechniki Koszalińskiej dr hab. Danuty Zawadskiej, Prof. Politechniki Koszalińskiej z dnia 09.09.2022r. o powierzeniu obowiązków recenzenta rozprawy doktorskiej mgr inż. Macieja Kotuły oraz umowa o dzieło nr DK 45 z dnia 12.09.2022 r.;

– Rozprawa doktorska Pana mgr inż. Macieja Kotuły pt.: „Badanie zawilgocenia gazu ziemnego pod kątem sprawności i ekologiczności jego wykorzystania”, załączona do ww. pisma.

2. OCENA FORMALNA

Przedmiot recenzji stanowi rozprawa doktorska mgr inż. Macieja Kotuły „Badanie zawilgocenia gazu ziemnego pod kątem sprawności i ekologiczności jego wykorzystania”.

Przyjęta przez Doktoranta koncepcja pracy znalazła swoje odzworowanie w strukturze opracowania. Rozprawa składa się ze streszczenia (po polsku i po angielsku), wstępu oraz dwóch części, teoretycznej oraz empirycznej i zakończenia. Część teoretyczna obejmuje pięć rozdziałów. Na podstawie analizy rozważanego problemu sformułowany jest cel i zakres pracy. Część empiryczna to rozdziały trzeci, czwarty i piąty. Opis opracowania uzupełniają podsumowanie i wnioski. Integralną częścią rozprawy jest bibliografia, spis tabel, spis rysunków oraz załączniki.

Praca została opracowana dość starannie i napisana poprawnie, zwięzłym językiem naukowo-technicznym. Strukturę pracy charakteryzuje w miarę konsekwentne przedstawienie materiałów: najpierw studium literaturowego, następnie analizy stanu wiedzy w tytułowym zakresie pracy, wyników badań własnych, następnie ich obróbki statystycznej i analizy, udowodnienie zdefiniowanej tezy oraz opracowanie wniosków w świetle sformułowanego celu rozprawy.

3. OCENA MERYTORYCZNA

3.1. Przedmiot, cel i teza rozprawy

Przedmiotem rozprawy jest analiza wpływu różnych czynników na procesy kondensacji pary wodnej w gazociągach, która umożliwiłaby wyjaśnienie parametrów termodynamicznych gazu podczas jego transportu w oparciu o prawidłowe wyznaczenie lokalnych wartości punktu rosy pary wodnej w funkcji tych parametrów. Poprawiłoby to dokładność wyznaczania momentów kondensacji pary wodnej, a także rozwinęło metody minimalizacji tego typu zjawisk, poprzez zmianę obowiązujących przepisów w zakresie projektowania, budowy i eksploatacji sieci gazowych.

Celem rozprawy było opracowanie korelacji pomiędzy takimi czynnikami jak: punkt rosy dostarczanego gazu ziemnego, temperatura gruntu, ciśnienie atmosferyczne, ciśnienie gazu w sieci gazowej.

W pracy postawiono tezę: analiza parametrów fizyko – chemicznych gazu ziemnego w zakresie wilgoci oraz warunków atmosferycznych zapewni dokładną przewidywalność momentów występowania nadmiernego wykraplania wilgoci w sieci gazowej, co umożliwi szybsze jej usuwanie w celu zwiększenia bezpieczeństwa transportu gazu i bezpieczeństwa eksploatacji sieci gazowych oraz podniesienie sprawności i ekologiczności spalania.

3.1. Wstęp

Opiniowana rozprawa ma charakter głównie pracy badawczo-analitycznej w zakresie technologii transportu gazu ziemnego gazociągami. Jej zasadniczym przedmiotem jest prowadzenie i następnie analiza bardzo obszernych własnych badań eksperymentalnych, wykonanych bezpośrednio w trakcie opracowania rozprawy doktorskiej, dotyczących procesów kondensacji wilgoci w gazie ziemnym w gazociągach.

Wybór tematyki rozprawy uważam za celowy, ponieważ w obecnej sytuacji Polski, jak i wielu innych krajów Europy, jednym z najważniejszych zadań w transporcie gazu ziemnego jest ocena jego jakości, w szczególności według wskaźnika wilgotności. Gaz ziemny wydobywany z odwiertów podlega obowiązkowemu przygotowaniu przed transportem do odbiorcy końcowego. Wynika to z faktu, że gaz ziemny, będący złożoną mieszaniną różnych składników węglowodorowych, zawiera oprócz nich różne zanieczyszczenia, które mają istotny wpływ na proces transportu gazu ruro-



ciągami. Najważniejsze z nich to zanieczyszczenia wody, których obecność z wielu powodów jest niedopuszczalna. Para wodna zwiększa koszty pompowania, pogarsza jakość produktu końcowego i prowadzi do przyspieszenia korozji rurociągów.

Największym problemem jest jednak powstawanie hydratów, które występują w określonych warunkach transportu. Może to zmniejszyć wydajność linii ze względu na gromadzenie wolnej wody, a zatem może zwiększyć ryzyko uszkodzenia rurociągu i wyposażenia, w wyniku korozyjnego działania skroplonej wody. Dlatego należy dążyć do maksymalnego usunięcia pary wodnej z gazu ziemnego.

Warunki transportu nie wymagają jednak całkowitego usunięcia wilgoci z gazu ziemnego, a jedynie utrzymania niezbędnej temperatury punktu rosy, przy której możliwe jest uwolnienie fazy skondensowanej. Aby zapobiec tym procesom, konieczne jest dokładne przewidywanie i określanie reżimów cieplno-hydraulicznych gazociągów, optymalnych temperatur punktu rosy transportowanego gazu ziemnego.

Pomiar punktu rosy jest szeroko rozpowszechniony w praktyce monitorowania wskaźników jakości gazu ziemnego. Tłumaczy się to tym, że wskaźnik ten jest najbardziej pogładowym parametrem stanu gazu ziemnego, którego wartość pozwala ocenić stopień jego stanu transportu i dokonać wstępnej prognozy jego zachowania podczas dalszego transportu. Dlatego wyznaczenie wartości punktu rosy i zmian tego wskaźnika w funkcji parametrów termodynamicznych gazu w gazociągu jest niezwykle istotnym problemem, który jest rozważany w niniejszej rozprawie doktorskiej.

Rozwój kraju wymaga skutecznego rozwiązywania omawianych zagadnień, w odpowiednim zakresie i na właściwym poziomie: gospodarczym, ekonomicznym, naukowym, technologicznym, konstrukcyjnym, organizacyjnym i prawnym.

3. 2. Struktura rozprawy

W merytorycznej strukturze omawianej pracy można umownie wydzielić sześć zasadniczych części.

Pierwsza część składa się z wstępu, w którym zdefiniowano przedmiot, obszar i cele badań własnych rozprawy.

Druga część to część teoretyczna, która zawiera analizę metod oczyszczania i suszenia gazów (rozdział 1.1); uzasadnienie wyboru metody oczyszczania i suszenia gazu (pkt 1.2);

W rozdziale 1.3 przedstawiono analizę wpływu wody w gazie na procesy spalania. Następnie w podrozdziałach 1.4 i 1.5 uzasadniono przyczyny awarii sieci gazowych w Kołobrzegu i Zielonej Górze pod kątem hipotezy roboczej sformułowanej w rozprawie doktorskiej. Na końcu pierwszej części formułowane są cel i zakres pracy.

Za trzecią część pracy uważam kwestie zdefiniowania stanowiska badawczego i metodyki wykonania pomiarów. Do tej części należą:

- opis prowadzonych pomiarów (rozdział 3.1);
- pobieranie danych z aplikacji (rozdział 3.2).

W części czwartej przedstawiono liczne wyniki badań uzyskane przez autora w trakcie przygotowywania pracy doktorskiej, które są podstawą do analizy pracy systemu dystrybucji gazu oraz opracowania metodyki optymalizacji jego pracy.

W części piątej przedstawiono własne oryginalne rozwiązania sformułowanego problemu naukowego, będące podstawą do pozytywnej oceny rozprawy doktorskiej:

- metodę analizy danych i zestawienie wyników badań (rozdział 5.1);
- opis działania aplikacji (rozdział 5.2);
- analizę uzyskanych danych z pobranych próbek (rozdział 5.3);
- analizę z Protokołów inspekcji odwadniaczy wysokiego ciśnienia (rozdział 5.4).

Część szósta to podsumowanie i wnioski końcowe (rozdziały 6 i 7).

3.3. Ocena celu i zakresu rozprawy oraz stopnia udowodnienia jej tezy

W omawianej pracy Autor podjął tematykę, która jest aktualna i wymaga rozwiązania. Cel i zakres pracy, określony przez Autora, pozwala w głębszym stopniu poznać podstawy teoretyczne i przyspieszyć rozwiązania praktyczne tak ważnego dla kraju i całej Wspólnoty Europejskiej, współczesnego problemu zwiększenia poziomu bezpieczeństwa eksploatacji gazociągów i instalacji gazowych odbiorców końcowych, spalających gaz ziemny oraz poprawy efektywności zużycia gazu..

Cel rozprawy, który został sformułowany przez Doktoranta w rozdziale pt. „2. CEL i ZAKRES PRACY”, to **„znalezienie korelacji pomiędzy takimi czynnikami jak: punkt rosy dostarczanego gazu ziemnego, temperatura gruntu, ciśnienie atmosferyczne, ciśnienie gazu w sieci gazowej w celu dokładniejszego wyjaśnienia momentów wykraplania, oraz znalezienie metod minimalizacji tego typu zjawisk poprzez zmianę obowiązujących przepisów w zakresie projektowania i budowy, oraz eksploatacji sieci gazowych”**.

Z samej intencji kontynuowania badań przez Autora wynika, iż problem ten, zarówno w literaturze technicznej, jak i w realiach gospodarczych Polski, nie został rozwiązany, chociaż Autor nie podkreślił tego wyraźnie na wstępie.

Osobno muszę podkreślić, że Autor nie dokonał przeglądu literatury na ten temat. Istnieje jednak wiele rozwiązań, które Autor mógłby wziąć pod uwagę i zaplanować swoje badania z uwzględnieniem istniejących rozwiązań.

Dlatego teza sformułowana na stronie 10 *„Nie są powszechnie znane fakty, że co pewien czas w gazociągach rozprowadzających gaz ziemny bezpośrednio do konsumentów pojawia się woda. ... Są jednak sytuacje, które nigdy nie zostały precyzyjnie*

wyjaśnione” nie brzmi przekonująco. Jako przykład podaję prace poświęcone rozwiązaniu tego problemu:

1) J.A. Schouten, R. Janssen-van Rosmalen, J.P.J. Michels. Condensation in gas transmission pipelines. *International Journal of Hydrogen Energy*, Volume 30, Issue 6, 2005, Pages 661-668, <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2004.10.010>;

2) Waheed Asif, Sana Zahid, Masooma Rustam, Sidra Jabeen, Asim. Natural gas hydrates and optimization of cooling load for dehydration. *Umer Sci.Int.(Lahore)*, 27(2), 993-1001, 2015. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/274699147> [accessed Sep 15 2022];

3) Libo Wang, Srivathsan Chakaravarthi Narasimman, Sugunakar Reddy Ravula, Abhisek Ukil. Water Ingress Detection in Low-Pressure Gas Pipelines Using Distributed Temperature Sensing System. *IEEE Sensors Journal*, 2017, 17(10):3165-3173. DOI: 10.1109/JSEN.2017.2686982;

4) King, F, Mason, R, & Worthingham, RG. "Prediction of the Location and Duration of Water Condensation in Nominally Dry Gas Transmission Pipelines." *Proceedings of the 2006 International Pipeline Conference*. Volume 2: Integrity Management; Poster Session; Student Paper Competition. Calgary, Alberta, Canada. September 25–29, 2006. pp. 277-287. ASME. <https://doi.org/10.1115/IPC2006-10173>;

5) Lili Zuo, Sirui Zhao, Yaxin Ma, Fangmei Jiang, Yue Zu, "Natural Gas Hydrate Prediction and Prevention Methods of City Gate Stations", *Mathematical Problems in Engineering*, vol. 2021, Article ID 5977460, 10 pages, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/5977460>;

6) Liu, B-Y., M. Hao, and B-D. Chen. "Prediction of maximal allowable water content in long distance pipelines." *Journal of Petrochemical Universities* 17.2 (2004): 75-78;

7) Lin Zhu, Luling Li, Jia Zhu, Li Qin, Junming Fan. Analytical methods to calculate water content in natural gas. *Chemical Engineering Research and Design*, Volume 93, 2015, Pages 148-162, <https://doi.org/10.1016/j.cherd.2014.05.021>;

8) Xiaomei Zou, Fengxia Huang, Liming Zhang, Tumeng Gele. Discussion on Water Dew Point and Hydrocarbon Dew Point of Natural Gas. Published under licence by IOP Publishing Ltd *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Volume 651, 3rd International Conference on Green Energy and Sustainable Development 14-15 November 2020, Shenyang City, China 2021 *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 651 032090;

9) M. A. El Maghraby, N. A. El Moniem, Amr Abdelghany. Controlling hydrocarbon dew point and water dew point of natural gas using Aspen HYSYS. *Journal of Engineering and Applied Science* volume 69, Article number: 66 (2022);

10) Ebrahiem EE, Ashour IA, Nassar MM, Abdel Aziz AA (2021) A comparison of natural gas dehydration methods. Yanbu J Eng Sci 15(1):1–16. <https://doi.org/10.53370/001c.24332>;

11) Gaihuan L, Lin Z, Jinmen H, Huimin L (2022) Technical, economical, and environmental performance assessment of an improved triethylene glycol dehydration process for shale gas. ACS Omega 7(2):1861–1873. <https://doi.org/10.1021/acsomega.1c05236>;

12) Xia W, Changjun Li, Yufa He and Wenlong Jia (2018) Operation optimization of natural gas transmission pipelines based on stochastic optimization algorithms: a review. J. Mathematical Problems in Engineering. Article ID 1267045:18. <https://doi.org/10.1155/2018/1267045>;

oraz wiele innych poświęconych naukowemu wyjaśnieniu występowania wody w gazociągach, modelowaniu sytuacji kondensacji pary wodnej, opracowywaniu metod szacowania temperatury punktu rosy, optymalizacji pracy rurociągów, a co najważniejsze, metodom rozwiązywania tych problemów.

Muszę jednak powiedzieć, że wszystkie dotychczasowe prace badawcze, a także stosowane próby rozwiązania tego problemu, stanowią nadal tylko niewielką część odpowiedzi z szerokiego zakresu pytań, w niezwykle złożonym zagadnieniu optymalizacji pracy gazociągów. Zarówno projektantom, jak i operatorom systemów transportu gazu w gazociągach wciąż brakuje wiarygodnych i przejrzystych rozwiązań w tym zakresie.

Dlatego podjęty w rozprawie problem jest ważny i aktualny z punktu widzenia prowadzonych badań, zarówno z perspektywy studiów teoretycznych, jak i praktycznej ich użyteczności.

W swej warstwie teoretycznej rozprawa prezentuje interesującą i wieloaspektową wiedzę. Wywód prowadzony jest w sposób logiczny, klarowny i w przeważającej części spójny, choć szkoda, że Doktorant nie dokonuje, o czym już wspominałem, wywodu kontekstowego, co niewątpliwie wzbogaciłoby analizę krytyczną literatury. W wymiarze praktycznym prezentuje możliwość rozszerzenia wniosków z badań, co widzimy w rozdziale „ANALIZA WYNIKÓW BADAŃ”.

Doktorant z dużą swobodą porusza się w badanym przez niego obszarze. Gdyby badanie opierało się na spójnej, przemyślanej i uzasadnionej analitycznie hipotezie, w wyniku analizy znanych już rozwiązań, pozwoliłyby to na zaprezentowanie bogatego materiału faktograficznego służącego do dokonania szczegółowej charakterystyki problemu w sposób logicznie porządkujący wyniki, przybliżając się z każdym wnioskiem do wyjaśnienia zapisanego w tytule problemu. Autor jest jednak niespójny już na etapie tytułu i spisu treści, nie mówiąc już o wewnętrznej części rozprawy.

Przykładowo Autor w części teoretycznej (rozdział 1) rozważa metody oczyszczania gazu (rozdział 1.1) i można by się spodziewać rozsądnej decyzji Autora co do wyboru i uzasadnienia metody oczyszczania gazu (rozdział 1.2), jednak Autor podaje

tylko ogólne informacje, z których nie ma żadnych wniosków i nie jest jasne, dlaczego Doktorant w ogóle mówi o oczyszczaniu gazów. Taka sytuacja jest typowa dla całej części teoretycznej.

Jednak eksperymentalna część pracy Autora jest naprawdę wartościowa i w pełni rekompensuje wszelkie braki analityczne.

Z tego punktu widzenia, nowatorstwem pracy i jej **niewątpliwym osiągnięciem naukowym** jest przeprowadzenie w bardzo szerokim zakresie, wraz z późniejszą analizą, dobrze zaplanowanych i starannie wykonanych badań doświadczalnych wpływu zawilgocenia gazu na niezawodność gazociągów.

Druga, nie mniej obszerna grupa eksperymentów, wykonywana w ścisłym związku z poprzednią, to wyznaczanie temperatury punktu rosy w funkcji parametrów termodynamicznych gazu i zewnętrznych warunków pracy gazociągów. Badania eksperymentalne zostały poprzedzone pogłębionym studium praktycznych danych uzyskanych przez Autora podczas pracy na rzeczywistych gazociągach. Efektem tych prac było opracowanie metody wyznaczania punktu rosy dla różnych warunków eksploatacji sieci gazowych.

Konstatując ten fragment recenzji zauważyć należy, że na tle podjętego przez Doktoranta dużego wysiłku badawczego skromnie wypada prezentacja wyników teoretycznych.

Na podstawie przeprowadzonych badań doświadczalnych i analizy ich wyników skutecznie udowodniona została teza pracy stwierdzająca, że **analiza parametrów fizyko – chemicznych gazu ziemnego w zakresie wilgoci, oraz warunków atmosferycznych zapewni dokładną przewidywalność momentów występowania nadmiernego wykraplania wilgoci w sieci gazowej co umożliwi szybsze jej usuwanie w celu zwiększenia bezpieczeństwa transportu gazu, bezpieczeństwa eksploatacji sieci gazowych, oraz podniesienie sprawności i ekologiczności spalania.**

3.4. Uwagi krytyczne

Na wstępie chciałbym podkreślić, że przedstawione w niniejszym punkcie uwagi krytyczne odnośnie recenzowanej rozprawy nie obniżają jej wartości merytorycznej i jej jednoznacznie pozytywnej oceny. Zostały one podane w charakterze dyskusji i pewnego rodzaju uporządkowania przedstawionych treści z nadzieją, że mogą być przydatne i zostaną wykorzystane w trakcie opracowywania publikacji naukowych kierowanych do czasopism z tej tematyki.

3.4.1. Tytuł pracy doktorskiej "Badanie zawilgocenia gazu ziemnego pod kątem **zgodności i ekologiczności jego wykorzystania**" moim zdaniem nie do końca odpowiada badaniom, które Autor faktycznie przeprowadził. Główne wysiłki Doktoranta

skierowane były na określenie korelacji pomiędzy temperaturą punktu rosy, parametrami termodynamicznymi gazu oraz warunkami pracy gazociągów. W pracy nie badano zależności efektywności i ekologiczności spalania wilgotnego gazu.

3.4.2. W treści pracy paragraf 1.3 brzmi następująco: «**Wpływ zawartości wody w gazie na procesy spalania**», co byłoby całkiem logiczne w oparciu o cele badań. Jednak na s. 18 w tekście pracy Autor inaczej formuluje paragraf 1.3: «**1.3 Kontrola jakości gazu narzędziem oszczędzania energii**». Nie tylko nie odpowiada to treści pracy, ale także zmienia przedmiot badań.

Paragraf 5.4 w treści pracy brzmi następująco: «**Analiza z Protokołów inspekcji odwadniaczy wysokiego ciśnienia**». W istocie w tekście pracy na s. 103 jest on sformułowany w następujący sposób: «**Analiza z Protokołów inspekcji odwadniaczy w.c.**».

3.4.3. Hipoteza robocza nie jest jasno sformułowana w rozprawie, można się jedynie domyślać, jaka główna idea przyświecała autorowi w trakcie swoich badaniach.

3.4.4 W części teoretycznej autor stwierdza: «**Nie są powszechnie znane fakty, że co pewien czas w gazociągach rozprowadzających gaz ziemny bezpośrednio do konsumentów pojawia się woda**». Istnieje jednak wiele publikacji, które poruszały ten problem, na przykład te, które cytowałem w akapicie 3.3 tej recenzji. Takie ograniczenie wygląda zaskakująco na tle olbrzymiego doświadczenia wielu krajów europejskich w rozpatrywanej dziedzinie. Gdyby doktorant przeanalizował istniejące rozwiązania, prawdopodobnie byłby w stanie jasno sformułować hipotezę i cele swoich badań, uwzględniając rozwiązania zaproponowane w publikowanych pracach. Ponadto sam cel i znaczenie pracy mogłyby być bardziej obiecujące.

3.4.5. Sformułowanie celów badawczych nie jest do końca jasne: «Zależało mi na znalezieniu korelacji pomiędzy takimi czynnikami jak: **punkt rosy dostarczanego gazu ziemnego**, temperatura gruntu, **ciśnienie atmosferyczne**, ciśnienie gazu w sieci gazowej w celu dokładniejszego wyjaśnienia momentów wykraplania, ...». Tutaj trzeba wyjaśnić, jak według Autora ciśnienie atmosferyczne wpływa na kondensację wody wewnątrz rurociągu?

3.4.6. W rozdziale «**Sposoby oczyszczania i osuszania gazu ziemnego**» Autor pisze, że jest wiele sposobów na oczyszczenie i osuszenie gazu, to prawda. Autor nie analizuje jednak tych metod, nie podaje ani jednego odniesienia do publikacji, nie tylko do publikacji współczesnych, w których można było wskazać główne problemy przygotowania gazu, ale nawet do publikacji w ogóle! Przedstawione informacje mają zatem charakter ogólny i nie jest jasne, dlaczego autor przedstawia je w swojej pracy. To samo można powiedzieć o rozdziałach 1.1 «Sposoby oczyszczania i osuszania gazu



ziemnego», 1.2 «Wybór metody oczyszczania i osuszania gazu ziemnego», 1.3 «Wpływ zawartości wody w gazie na procesy spalania».

3.4.7. W rozdziale 4 „WYNIKI BADAŃ” Autor pokazuje tabelę z danymi na 12 stronach bez żadnego wyjaśnienia. Zdaniem recenzenta nie jest to dobra prezentacja uzyskanych danych. Jakie wnioski można wyciągnąć z dostarczonych informacji?

3.4.8. Niezbyt udanym jest sformułowanie na stronie 139 wniosku nr 1 «**1. Udowodniono że stały nadzór nad jakością gazu ziemnego w zakresie zawartości wody zapewni przy niewielkich nakładach finansowych precyzyjne prowadzenie inspekcji odwadniaczy na sieci gazowej wysokiego ciśnienia**». Na ogół stwierdzenie istnienia czegokolwiek nie jest odpowiednim początkiem tezy w pracy o charakterze technicznym, ponieważ samo w sobie takie istnienie wynika ze stanu rzeczy i nie wymaga stwierdzenia. Ta sama uwaga dotyczy również nr 2 i 4, a nr 5 «**Zaproponowane rozwiązania w zakresie nadzoru nad jakością gazu nie wymagają zatrudnienia wysoce wykwalifikowanej kadry z zakresu metrologii.**» nie dotyczy istoty badań.

3.4.9. Niewytłumaczonym pozostaje fakt ograniczenia wykazu wykorzystanych w pracy źródeł literaturowych, obejmujących łącznie 31 publikacji, z czego ponad połowę stanowią dokumenty normatywne lub podręczniki oraz prace autora. Pozostałe publikacje są tylko pośrednio związane z głównym zadaniem badawczym.

4. WNIOSKI

Opiniowana rozprawa doktorska zawiera bogaty materiał badawczy, który posłużył do przeprowadzenia analiz czynników wpływających na rozwiązania techniczne i technologiczne systemów dostaw i dystrybucji gazu. W pracy uzyskano dane, które znajdą zastosowanie w opracowaniu skuteczniejszych metod rozwiązywania zagadnień technicznych dotyczących projektowania i eksploatacji gazociągów. Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska mgr inż. Macieja Kotuły pt.: „Badanie zawilgocenia gazu ziemnego pod kątem sprawności i ekologiczności jego wykorzystania” stanowi rozwiązanie oryginalnego zadania naukowego dotyczącego bezpieczeństwa transportu gazu, eksploatacji sieci gazowych oraz podniesienia sprawności i ekologiczności spalania gazu ziemnego. Uważam, że przedstawiony w rozprawie cel został osiągnięty, a teza udowodniona. Należy zauważyć, że Doktorant wykazał się bardzo dobrą znajomością aktualnego stanu wiedzy naukowej i technicznej w zakresie prezentowanej tematyki. Świadczy to o dojrzałości naukowej Doktoranta, a przede wszystkim o jakości szkoły z jakiej się wywodzi.



Wykonano szeroki zakres badań, które poszerzyły istniejącą bazę wiedzy. Na tej podstawie dokonano krytycznej analizy otrzymanych rezultatów, przeanalizowano je i opracowano poprawne wnioski. Jednoznacznie świadczy to o bardzo dobrym przygotowaniu do inicjowania i prowadzenia prac naukowych i badawczych. Rozprawa wnosi istotny wkład w rozwój wiedzy w dyscyplinie „Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka”, ma znaczenie naukowe i praktyczne.

Wymienione w recenzji uwagi mają charakter raczej roboczy i w żadnym stopniu nie podważają spełnienia formalnych kryteriów pracy doktorskiej, jak również jej niewątpliwych osiągnięć naukowych, oraz nie zmieniają ogólnego pozytywnego wrażenia, które pozostawia praca.

5. Sentencja Recenzji

Moim zdaniem recenzowana rozprawa doktorska autorstwa Pana mgr inż. Macieja Kotuły pt.: „Badanie zawilgocenia gazu ziemnego pod kątem sprawności i ekologiczności jego wykorzystania”, odpowiada wymaganiom stawianym pracom doktorskim zgodnie z Ustawą z dnia 14.03.2003r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki art.20 ust. 5a pkt 2 wg Dz. U. Nr 65, poz. 595, wraz z późniejszymi zmianami, oraz ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. , oraz ustawy z dnia 3 lipca 2018 r Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce art. 179. 1. (Dz.U.2018, poz. 1669 z póź.zm.), Art. 187 (Dz. U. 2022, poz. 574 ze zm.) i wnoszę do Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Politechniki Koszalińskiej o przyjęcie rozprawy i dopuszczenie jej do publicznej obrony.

Recenzent

