

dr hab. inż. Anna Borucka
Wojskowa Akademia Techniczna
Wydział Bezpieczeństwa Logistyki i Zarządzania
ul. gen. Sylwestra Kaliskiego 2
00-908 Warszawa

Warszawa, 29.11.2023 r.

RECENZJA

Rozprawy doktorskiej

mgr. inż. Adama Nygarda

pt. Analiza przyczyn nieprawidłowej eksploatacji kotłów wodnych
w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora
w dziedzinie nauk inżynierjno-technicznych w dyscyplinie naukowej inżynieria lądowa,
geodezja i transport.

1. Podstawa opracowania recenzji.

Podstawę formalną wykonania recenzji stanowi pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Politechniki Poznańskiej, Pana prof. dr. hab. inż. Jacka Pielechy nr RD/544/01/2023 z dnia 8.11.2023 r.

Niniejsza recenzja została opracowana zgodnie z wymaganiami określonymi w art. 219 Ustawa Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce z dnia 20 lipca 2018 roku (Dz. U. z 2023 r. poz. 742 z późn. zm.) oraz Regulaminem nadawania stopnia doktora na Politechnice Poznańskiej, który stanowi załącznik do Uchwały Nr 143/2020-2024 Senatu Akademickiego Politechniki Poznańskiej z dnia 5 lipca 2023 r.

2. Przedmiot recenzji

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska w postaci zwanego dzieła mgr. inż. Adama Nygarda pt. *Analiza przyczyn nieprawidłowej eksploatacji kotłów wodnych*. Pracę przygotowano w dyscyplinie naukowej inżynieria lądowa, geodezja i transport, pod opieką naukową promotora dr. hab. inż. Jarosława Bartoszewicza, prof. uczelni oraz promotora pomocniczego dr. hab. inż. Rafała Urbaniaka. Rozprawa została dostarczona w formie elektronicznej oraz papierowej.

3. Zakres, układ i treść rozprawy

Opiniowana rozprawa doktorska obejmuje 141 stron tekstu, rysunków, tabel. Zawiera się w tym również streszczenie, spis symboli i skrótów, bibliografia oraz dwa załączniki z wynikami badań.

Pierwszy rozdział rozpoczyna wstęp (podrozdział 1.1), w którym Autor opisuje skalę problemu w Polsce, związanego z poziomem zanieczyszczenia powietrza, wskazując, że jest on niepokojąco wysoki i wymaga wprowadzenia zmian w tym zakresie, w co wpisuje się również przedstawiona do oceny rozprawa. Szczególnie że - jak podkreśla - odpowiedzialność za ten stan ciąży również na sektorze mieszkaniowym, wykorzystującym kotły grzewcze. Zatem niewątpliwie już na początku można uznać, że podjęty temat jest ważny i wymaga pogłębionej eksploracji.

W ramach pierwszego rozdziału (podrozdział 1.2) doktorant dokonuje również charakterystyki odpadów występujących w gospodarstwach domowych. Najpierw przedstawia ich klasyfikację, a następnie prezentuje skalę problemu w ujęciu ilościowym, prezentując liczbę ton wyprodukowanych odpadów ze szczególnym uwzględnieniem odpadów komunalnych. Autor przedstawia również charakterystykę ze względu na udział poszczególnych frakcji czy miejsce powstawania, a ponadto omawia stosowane sposoby ich zagospodarowania. Odnosi się również do właściwości paliwowych odpadów.

Kolejny podrozdział (1.3) dotyczy zanieczyszczeń powstających podczas spalania i zawiera ich charakterystykę. Autor w pierwszej kolejności odnosi się do produktów gazowych, konkretyzując główne składniki spalin. Szczegółowo omawia między innymi dwutlenek węgla, tlenek węgla, tlenki azotu, tlenki siarki, ozon, węglowodory itd. Tożsamą charakterystykę prezentuje dla powstających w wyniku spalania produktów stałych.

Kolejny podrozdział (1.4) poświęcony jest aspektom związanym z ochroną środowiska. Autor słusznie zauważa, że wykorzystywanie odpadów jako paliwa pełni istotną rolę w procesie ich utylizacji. Swoje rozważania skupia na odnawialnych paliwach stałych (SRF), omawiając uregulowania prawne w zakresie nomenklatury i problemy z tym związane oraz klasyfikację. Charakteryzuje również proces ich powstawania w ramach przekształcania z odpadów komunalnych i jego poszczególne etapy, a także instalacje wykorzystywane do przetwarzania odpadów komunalnych w paliwo. Następnie omówiony jest problem spalania odpadów

w gospodarstwach domowych i ustawodawstwo w tym zakresie, mające zapobiegać nadużyciom.

Rozdział drugi to przegląd literatury dotyczący stanu wiedzy na temat spalania odpadów komunalnych. Rosnąca ilość wytwarzanych odpadów, coraz większe zanieczyszczenie środowiska oraz wzrost zapotrzebowania na energię są głównymi problemami globalnymi, jakie podejmowane są w publikacjach naukowych. Autor dokonuje analizy problemu w odniesieniu do różnych Państw, pokazując jego skalę i stosowane rozwiązania. Na podstawie przeprowadzonego przeglądu literatury stwierdza, że istnieje luka badawcza wynikająca z braku aktualnych publikacji dotyczących spalania lub współspalania odpadów komunalnych w kotłach na paliwo stałe w gospodarstwach domowych. Wskazuje również przyczyny takiego stanu podkreślając, że jest to w większości społeczeństw proceder niezgodny z prawem, co ogranicza dostęp do informacji dotyczących spalania odpadów lub powoduje ich przekłamanie. Szerzej przyczyny tego stanu omawia kolejny rozdział – jak się okazuje piąty. Zawiera on uzasadnienie podjęcia tematu, a także tezę i cele pracy. Po tym rozdziale jest ponownie rozdział zatytułowany *Teza i cele pracy*, jednak tym razem nadano mu numer trzeci.

Recenzowana rozprawa zawiera zatem dwa rozdziały zatytułowane *Teza i cele pracy*, o różnej numeracji oraz o odmiennej zawartości. Powinien być to, w moim odczuciu, jeden ze staranniejszych przygotowanych rozdziałów, prezentujący założenia metodologiczne podjętych rozważań naukowych oraz uzasadniający konieczność przeprowadzenia badań.

W rozdziale 5. *Teza i cele pracy* przedstawiona jest teza badania:

Czy możliwe jest opracowanie algorytmu pozwalającego na identyfikację niewłaściwej eksploatacji kotła na paliwo stałe poprzez analizę zawartości tlenu w spalinach?

Jest ona niewłaściwie sformułowana, gdyż Doktorant formułuje ją jako pytanie. W tej postaci jest to zatem raczej problem badawczy. Dalej twierdzi, że *w celu uzasadnienia wyżej postawionej tezy należy zrealizować pięć niżej wymienionych celów*, ale zakładam, że miał na myśli realizację **celów** szczegółowych.

W rozdziale 3. *Teza i cele pracy* brzmienie tezy jest już bardziej uzasadnione, jednak nadal pozostał w tekście znak zapytania:

Możliwe jest opracowanie procedury pozwalającej na identyfikację niewłaściwej eksploatacji kotła na paliwo stałe opartą o analizę zawartości tlenu w emitowanych spalinach?

Co więcej, Doktorant konsekwentnie twierdzi, że: *W celu odpowiedzi na pytanie stawiane w tezie należy zrealizować pięć zadań badawczych*, wciąż utrzymując, że teza to jednak pytanie.

Ponadto pod wątpliwość poddaję użycie słowa „teza”. Teza jest częścią sformalizowanej wypowiedzi sądu (zdań analitycznych). Autor zaś posługuje się zdaniami syntetycznymi. Wobec tego w rozprawie doktorskiej o takich założeniach metodologicznych należy posługiwać się hipotezami.

W następnej kolejności Doktorant opisuje cele szczegółowe, zamiennie używając pojęcia cel, zadanie, etap. Przy tym posługuje się w całym akapicie różnymi czasami, w sposób niekonsekwentny wykorzystując czas przyszły i przeszły, co powoduje trudność w zrozumieniu.

Pozostała treść tych dwóch rozdziałów jest podobna. Doktorant wskazuje, że *kotły o małej mocy na paliwa stale stanowią bardzo intensywnie rozwijający się sektor produkcji urządzeń energetycznych. Polska należy do czołówki państw europejskich w tej dziedzinie. Szacuje się, że roczna produkcja kotłów o małej mocy na paliwa stale wynosi w naszym kraju około 180 tys. sztuk*, powołuje się przy tym (w rozdziale 5) na dokument z 1993 roku (poz. 146 bibliografii). Bibliografia nie podaje pełnego składu autorów jednak wydaje mi się że chodziło o artykuł z 1994 roku ([https://doi.org/10.1016/0016-2361\(94\)90237-2](https://doi.org/10.1016/0016-2361(94)90237-2)) niemniej jednak warto było przytoczyć pozycje nowsze niż sprzed prawie 30 lat !!!

Następnie Autor twierdzi, że *Przeprowadzone badania pokazały, że urządzenia na paliwa stale wytwarzają ciepło na potrzeby aż 51,1% gospodarstw domowych* powołując się na pozycję internetową Głównego Inspektoratu Weterynarii dotyczącą Ubocznych produktów pochodzenia zwierzęcego (pozycja 147 Bibliografii).

Najważniejszym wnioskiem tego rozdziału (rozdziałów?) jest stwierdzenie, że *główną przyczyną wysokiej emisji zanieczyszczeń nie jest technologia oraz konstrukcja kotłów grzewczych, a ich niewłaściwa eksploatacja w gospodarstwach domowych. Podstawowym powodem odpowiedzialnym za wysoką emisję zanieczyszczeń jest spalanie niskiej jakości paliw stałych oraz spalanie lub współspalanie odpadów w sektorze komunalno-mieszkaniowym*.

Nadaje to przyjętym rozważaniom wysoką wartość teoriopoznawczą i znaczną użyteczność, szczególnie w obliczu rosnącej liczby ton produkowanych odpadów komunalnych. Potwierdzają to przytoczone przez Doktoranta liczby. Można przeczytać, że *W Polsce wytwarza się rocznie ok. 14,5 mln ton odpadów komunalnych, w tym ok. 4,5 mln ton tzw. odpadów*

reszkowych, nienadających się do powtórnego wykorzystania ani recyklingu, jednak ponownie pod wątpliwość poddaję wiarygodność przytaczanych danych, gdyż w tym przypadku Doktorant powołuje się na dane z 1996 roku (pozycja 56 Bibliografii).

W drugim podejściu do tej tematyki (rozdział 3) Autor powołuje się w tych samych miejscach już na inne pozycje. *Roczną produkcję kotłów...* przywołuje w oparciu o Krajowy Raport Inwentaryzacyjny z 2022, co jest dużo bardziej akceptowalnym źródłem (pozycja 72 Bibliografii).

Natomiast *wytwarzanie ciepła przez urządzenia na paliwa stałe na potrzeby aż 51,1% gospodarstw domowych* dowodzi na podstawie artykułu z 2014 roku, pod tytułem *Rynek kotłów stałopalnych w Polsce. Charakterystyka i perspektywy* (pozycja 99 Bibliografii). Jest to oczywiście bardziej wiarygodne źródło niż Główny Inspektorat Weterynarii, niemniej jednak nadal wątpliwości budzi aktualność danych sprzed prawie dziesięciu lat.

Informację o liczbie ton odpadów wytwarzanych w Polsce tym razem Autor potwierdza danymi z Głównego Urzędu Statystycznego (pozycja 97 Bibliografii). Powyższe pozwala wywnioskować, że pierwszy w kolejności rozdział zatytułowany *Teza i cele pracy* nie powinien się znaleźć w recenzowanej rozprawie.

Rozdział 4, zatytułowany *Budowa stanowiska pomiarowego*, rozpoczyna empiryczną część dysertacji. Autor opisuje specjalnie zaprojektowane stanowisko pomiarowe i zastosowany schemat pomiaru, pozwalający na opracowanie metody identyfikacji nieprawidłowej eksploatacji urządzeń grzewczych w warunkach rzeczywistych. Stanowisko mieści się na terenie Politechniki – zakładam, że Poznańskiej, bo tej informacji nie odnalazłam w tym fragmencie tekstu. Nie jest też dla mnie jasne, jaki jest udział Doktoranta w powstaniu tego stanowiska pomiarowego, czy to jego autorski pomysł, czy też wykorzystał istniejące już na Uczelni rozwiązanie. Nie wynika to z tekstu rozprawy.

Autorskim rozwiązaniem – zgodnie z deklaracją – jest procedura pomiarowa, która została stworzona w środowisku ADAMView i dostosowana do przyjętych założeń w zakresie rejestracji zmian poszczególnych wielkości w trakcie badań laboratoryjnych.

Następnie przybliżone są kotły, na których przeprowadzono badania. Wybrano dwa, które Doktorant uznał za najbardziej popularne i omówiono schemat ich działania. Kolejny podrozdział prezentuje wykorzystane w badaniach analizatory spalin. Również wybrane zostały dwa modele – pierwszy, który umożliwia przede wszystkim pomiar zawartości tlenu

w spalinach w sposób ciągły, oraz drugi, który wykorzystywany był do pomiaru zawartości tlenu węgla w spalinach.

Rozdział 5 jest zatytułowany dość niefortunnie *Metodologia badań*. Popołniony został tutaj błąd zakresowy. Metodologia powinna zawierać więcej elementów, niż prezentowane w ramach tego rozdziału etapy badań empirycznych.

Pierwszy etap wspomnianych badań to pomiar referencyjny, mający na celu, przy użyciu wytypowanych do badania kotłów, dokonanie rejestracji nw. wartości wybranych zmiennych podczas prawidłowej eksploatacji kotłów zasilanych rekomendowanym przez producenta paliwem w postaci eko-groszku. Wybrano:

- temperaturę wody wylotowej (wypływającej) z kotła T1 [°C],
- temperaturę wody powrotnej (dopływającej) do kotła T2 [°C],
- temperaturę wody na wejściu do wymiennika ciepła schładzającego wodę obiegową kotła T3 [°C],
- temperaturę wody na wyjściu z wymiennika ciepła schładzającego wodę obiegową kotła T4 [°C],
- temperaturę spalin Tspal [°C],
- zawartość tlenu węgla w spalinach CO [ppm],
- zawartość tlenu w spalinach O2 [%].

Drugi etap badań zakłada pomiar tożsamy zmiennych, jednak wykorzystując jako paliwo wybrane odpady (sześć różnych partii), a dokładnie: tworzywa sztuczne, tekstylia oraz cztery różne mieszaniny odpadów komunalnych. Etap ten wymaga wprowadzenia modyfikacji w konstrukcji kotła. Każdy eksperyment ma być przeprowadzany podczas pracy kotłów na różnym poziomie mocy znamionowej.

Otrzymane wyniki badań zaprezentowano w rozdziale 6. Najpierw dokonano charakterystyki mieszaniny odpadów komunalnych przeznaczonych do spalania, oceniając jej wygląd i skład, co pozwoliło wstępnie zidentyfikować jakie frakcje odpadów w nim występują. Następnie materiał ten, po jego zmieleniu, poddano analizie technicznej wyznaczając:

- wilgoć analityczną [%],
- części lotne [%],
- zawartość popiołu [%],
- ciepło spalania [MJ/kg].

Wyniki uzyskane w odniesieniu do części lotnych i zawartości popiołu zdyskwalifikowały badany materiał jako dopuszczalne prawem paliwo zastępcze.

W następnej kolejności prezentowane są wyniki badań dotyczące spalania wybranych paliw w różnych kotłach – w tym przed i po zmianie konstrukcji i na różnych poziomach mocy. Wkrada się tutaj pewien chaos w podrozdziale 6.2.1. Najpierw Autor w punkcie:

Wyniki badań podczas pracy kotła w warunkach niewłaściwej eksploatacji kotła informuje, że fragment ten jest o:

*spalinach podczas pracy kotła ze zmienioną konstrukcją paleniska umożliwiającą współspalanie odpadów przy wykorzystaniu **paliwa zaleconego przez producenta***

a następnie, odnosząc się do wykresów pisze:

*Na rysunkach od 6.7 do 6.20 przedstawiono zmiany wartości temperatury oraz zawartości tlenu i tlenku węgla w spalinach podczas pracy kotła na poziomie 33 % mocy znamionowej (ok. 5 kW). Z powodu prezentacji wyników z dużą dokładnością na wykresach pokazano część cyklu pracy kotła po doprowadzeniu do jego paleniska **odpadu**.*

Niekompletne raportowanie wyników badań powoduje pewne niezrozumienie, warto było wyraźnie wydzielić w tekście wykorzystanie różnych materiałów do spalania. Opis rysunków 6.7 i 6.8 również nie wyjaśnia, dla jakiego materiału prezentowane są wyniki. Dopiero w kolejnym akapicie pojawia się jakaś informacja na ten temat:

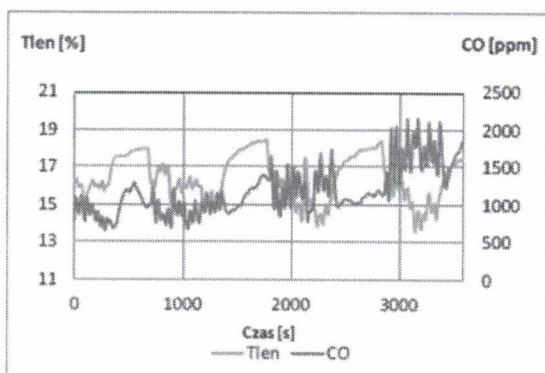
*Na rysunkach 6.9 i 6.10 zaprezentowano wykresy przedstawiające zmianę w czasie wartości temperatury spalin oraz zawartości w nich tlenu i tlenku węgla na skutek doprowadzenia do paleniska kotła **pierwszej partii odpadu**.*

nie stanowi ona jednak wyjaśnienia dla rys. 6.7 i 6.8. Nie jest zatem wiadome, czy fragment ten dotyczy badań zaleconego przez producenta eko-groszku czy już odpadu komunalnego.

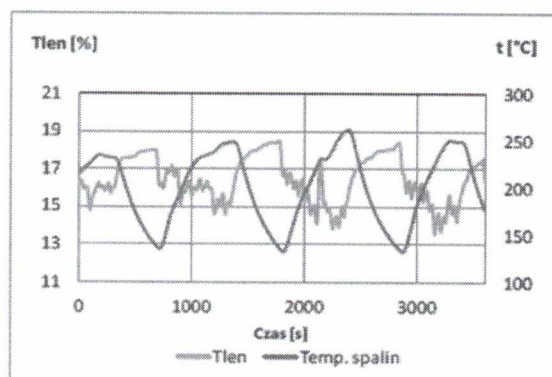
Pewną wątpliwość budzą też same wykresy. Na przykład na rys 6.5 i rys 6.6 zaprezentowany jest udział tlenu. Czas pomiaru wynosił 3600 s, zatem jak wynika z osi x na wykresie jest zaprezentowany całkowity czas badania. Doktorant informuje, że:

Poziom tlenu w spalinach oscylował między 12,68 ÷ 18,58 %,

natomiast wyraźnie widać, zarówno na rys 6.5 jak i na rys 6.6, że wartość ta w każdym punkcie wykresu jest większa od 13% (co jest widoczne na poniższych rysunkach).



Rys. 6.5. Pomiar zawartości tlenu i tlenku węgla w spalinach podczas pracy kotła przy mocy 5 kW z zamontowanym rusztem przy wykorzystaniu paliwa zaleczonego przez producenta



Rys. 6.6. Pomiar temperatury oraz zawartości tlenu w spalinach podczas pracy kotła przy mocy 5 kW z zamontowanym rusztem przy wykorzystaniu paliwa zaleczonego przez producenta

Podobna wątpliwość dotyczy rysunków 6.7 i 6.8. Autor opisuje, że:

zaprezentowano przebieg zmian w czasie wartości temperatury spalin oraz zawartości w nich tlenu i tlenku węgla na skutek otwarcia drzwi wyczystkowych w kotle Heiztechnik Q EKO 15. Czas pomiaru wynosił 300 s. Drzwi otwarte zostały na czas 30 s w pięćdziesiątej sekundzie pomiaru. Poziom tlenu w spalinach wahał się między 13,98 ÷ 15,18 %, a poziom zawartości tlenku węgla oscylował między 1079 ÷ 1300 ppm.

Jednak nie precyzuje, którego etapu pomiaru dotyczą te zakresy, bo przecież nie całych deklarowanych 300 s. Tu łatwiej się domyślić, że Doktorant wskazuje na pierwsze 50 s pomiaru, jednak powinno być to oczywiste i jasno wynikać z tekstu, nie pozostawiając żadnych wątpliwości. Wystarczyłaby drobna zmiana w konstrukcji zdania. Dokładnie w ten sam, nie do końca poprawny sposób, prezentowane są kolejne wyniki.

Należyta staranność raportowania wyników badań odnalazłam dopiero w podrozdziale: 6.2.4. Zestawienie wyników badań kotła podczas pracy z mocą 5, 10 i 15 kW, w którym Autor dokładnie charakteryzuje poszczególne, ważne etapy procesu spalania:

*W tablicach od 6.57 do 6.62 przedstawiono zmianę wartości temperatury oraz zawartości tlenu i tlenku węgla w spalinach **podzieloną na cztery charakterystyczne okresy**. Pierwszy okres przedstawia poziom tlenu, tlenku węgla oraz temperatury spalin podczas pracy kotła **przed otwarciem drzwiczek wyczystkowych**.*

Główne osiągnięcie rozdziału 6 to prezentacja wyników badania dla poszczególnych kotłów wszystkich partii odpadów w odniesieniu do mocy pieca. Wyraźnie zaprezentowane i dobrze scharakteryzowane są przebiegi mierzonych wartości. Drobna uwaga dotyczy wykresów, na

których zaprezentowana jest zawartość tlenu w spalinach (rys. 6.57, rys. 6.60 oraz rys. 6.63) - nie jest podana jednostka pomiaru tlenu, jednak zakładam, że Autor miał na myśli procentowy udział. Rozdział 6 wieńczy podrozdział:

6.4. Ocena efektów pracy kotłów różnych producentów (zestawienie wyników badań obu kotłów).

Powinna być to moim zdaniem część rozprawy doktorskiej dokładnie opisująca różnice pomiędzy poszczególnymi procesami spalania. Zestawienie takie zaprezentowane jest w *Tab. 6.16. Zestawienie wyników badań kotłów grzewczych*, jednak tylko dla trzech partii odpadów (I, III i IV), o czym Autor informuje, jednak w żaden sposób nie uzasadnia, dlaczego nie przedstawił wszystkich wyników. Uważam, że takie porównanie jest kluczowe dla udowodnienia przyjętych założeń, stanowi bowiem walidację zaproponowanej metody. Co więcej, należałoby dokonać porównania w sposób precyzyjny, na przykład w ujęciu procentowym, także z wykorzystaniem narzędzi pozwalających na wizualizację różnic, a przede wszystkim ocenę otrzymanych wyników, której zabrakło. Doktorant tak naprawdę po raz kolejny jedynie je opisuje. Zdecydowanie więcej informacji dostarczyłyby wykresy porównujące dynamikę emisji dla prawidłowej i nieprawidłowej eksploatacji.

Próbie oceny Doktorant podejmuje dopiero w rozdziale 7 – *Podsumowanie*. Precyzuje przy tym dokładnie, że ***Głównym elementem badawczym stanowiska badawczego był tor pomiarowy będący projektem autorskim*** - czego zabrakło mi w początkowych rozdziałach.

W dalszej części Doktorant stwierdza, że:

Uzyskane dane nie tylko wskazują na zagrożenia płynące ze spalania odpadów pochodzących z gospodarstw domowych, ale co najistotniejsze, potwierdzają tezę, że możliwa jest budowa systemu pozwalającego na identyfikację niewłaściwej eksploatacji kotła na paliwo stałe, opartego na analizie zawartości tlenu w emitowanych spalinach.

Jednak w prezentowanej argumentacji brakuje precyzji. Zamiast posługiwać się pojęciem „wzrostów” czy „spadków” warto byłoby wskazać procentowe wyniki porównania, przedstawić konkretne wartości różnic. Samo pojęcie spadek czy wzrost nie daje rzetelnych informacji opisujących związki między zmiennymi.

Zakończenie pracy stanowi Bibliografia i dwa załączniki:

Nr 1. Zestawienie wyników zawartości tlenu, tlenku węgla oraz temperatury spalin kotła Heiztechnik Q EKO 15

które kończą rozprawę.

4. Ocena merytoryczna rozprawy

Treść i zakres sporządzonej rozprawy dobrze odzwierciedla tytuł pracy i przyjęte przez Doktoranta założenia metodologiczne. Zaprezentowana metoda stanowi uytylitarne rozwiązanie, które powstało z wykorzystaniem autorskiego pomysłu Doktoranta. Warto również podkreślić wagę podjętej tematyki, istotną w obliczu szczególnej troski poświęcanej kwestiom środowiskowym. Jest to niewątpliwie znaczny atut pracy.

Lektura rozprawy doktorskiej pozwala zasadnie wnioskować, że Autor posiada wiedzę teoretyczną w dyscyplinie naukowej inżynieria lądowa, geodezja i transport, jak również umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Pozwala to uznać, że rozprawa spełnia wymagania zamieszczone w art. 187. ust. 1 ustawy Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce z dnia 20 lipca 2018 roku (Dz. U. z 2023 r. poz. 742 z późn. zm.).

W rozdziale 3 niniejszej recenzji wykazano pewne niedociągnięcia, jednak wynikają one głównie z niekompletnej sprawozdawczości i niedostatecznej precyzji w analizie i ocenie zrealizowanych badań, niż błędów merytorycznych, a wskazane nieścisłości w żaden sposób nie przekreślają wysiłku badawczego Autora. Warto przy tym zaznaczyć, że poznanie naukowe musi spełniać założenie intersubiektywnej komunikowalności i sprawdzalności (słaba zasada racjonalności). Zatem założenia i wyniki prac naukowych muszą być możliwe do zweryfikowania ich prawdziwości przy zastosowaniu właściwych procedur dowodowych (również przez innych badaczy), co moim zdaniem zostało osiągnięte.

Dopracowania w rozprawie wymagałyby interpunkcja, gdyż znaków przestankowych Doktorant używa bardzo oszczędnie. W tekście występują również literówki i błędy gramatyczne. Niemniej jednak, pomimo stwierdzonych uchybień i słabych punktów, recenzowana dysertacja tworzy zwarte, spójne merytorycznie i metodologicznie opracowanie naukowe. Pozwala to uznać, że przedmiotem rozprawy jest oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, które spełnia wymagania art. 187. ust. 2 Ustawy Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce z dnia 20 lipca 2018 roku (Dz. U. z 2023 r. poz. 742 z późn. zm.).

5. Ocena końcowa

Sformułowane uwagi nie umniejszają wartości naukowej pracy, którą oceniam pozytywnie. Włożony wysiłek i zaprezentowane badania mają znaczny wkład w rozwój nauk inżyniersko-technicznych w dyscyplinie naukowej inżynieria lądowa, geodezja i transport. Stanowią przy tym replikowaną metodę, wartą rozwijania w kolejnych badaniach naukowych, w odniesieniu do innych kotłów grzewczych czy rodzajów odpadów. Warto przy tym, w dalszych pracach badawczych i publikacjach, uwzględnić wniesione przeze mnie uwagi.

Stwierdzam, że przedstawiona do recenzji praca doktorska Pana mgr inż. Adama Nygarda zatytułowana *Analiza przyczyn nieprawidłowej eksploatacji kotłów wodnych* stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, a Doktorant posiada wiedzę teoretyczną oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Pozwala to uznać, że zostały spełnione wszystkie wymogi Ustawy Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce z dnia 20 lipca 2018 roku (Dz. U. z 2023 r. poz. 742 z późn. zm.). W związku z powyższym wnioskuję do Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Politechniki Poznańskiej o dopuszczenie Pana Adama Nygarda do dalszych etapów postępowania doktorskiego, w tym publicznej obrony przedstawionej rozprawy doktorskiej.

Anna Boncha