

Dr hab. inż. Bartosz Kaźmierczak, prof. uczelni
Politechnika Wrocławska
Wydział Inżynierii Środowiska
Wyb. Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
Tel. 606 407 945, bartosz.kazmierczak@pwr.edu.pl

Wrocław, 26.06.2023

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgra inż. Bartosza Bogusławskiego

*Wpływ czasu zatrzymania ścieków w rurociągu ciśnieniowym
kanalizacji sanitarnej na stężenie siarkowodoru w studni rozprężnej*

wykonanej na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska
Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie

(promotor: dr hab. inż. Anna Głowacka, prof. uczelni;

promotor pomocniczy: dr inż. Jacek Mazur)

1. PODSTAWA RECENZJI

Niniejszą recenzję opracowano na podstawie Uchwały nr 1 Komisji Doktorskiej z dnia 22 maja 2023 oraz pisma Pana Prorektora ds. Nauki prof. dr hab. inż. Jacka Przepiórskiego z dnia 23 maja 2023 informującego o powołaniu mojej osoby na recenzenta rozprawy doktorskiej Pana mgra inż. Bartosza Bogusławskiego nt. *Wpływ czasu zatrzymania ścieków w rurociągu ciśnieniowym kanalizacji sanitarnej na stężenie siarkowodoru w studni rozprężnej*. Do pisma dołączony został egzemplarz rozprawy doktorskiej.

2. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRACY DOKTORSKIEJ

Recenzowana praca doktorska *Wpływ czasu zatrzymania ścieków w rurociągu ciśnieniowym kanalizacji sanitarnej na stężenie siarkowodoru w studni rozprężnej* zawiera 11 podstawowych rozdziałów, streszczenie, wykaz symboli, literaturę, spis tabel, spis rysunków oraz załączniki. Praca liczy 156 stron (w tym 119 pozycji literaturowych, 15 tabel, 82 rysunków i 3 załączniki).

Rozdział 1 zatytułowany *Wstęp* zawiera zwięzłe wprowadzenie do tematyki rozprawy doktorskiej.

Rozdział 2 zatytułowany *Część teoretyczna* zawiera m.in. charakterystykę siarkowodoru, opis jego wpływu na człowieka, opis systemów kanalizacyjnych, zmiany właściwości ścieków w kanalizacji sanitarnej (w tym przemian biochemicznych prowadzących do powstawania gazowej formy siarkowodoru), opis czynników wpływających na powstanie siarkowodoru, opis zjawiska korozji siarczanowej, opis metod przeciwdziałania powstawaniu siarkowodoru i korozji siarczanowej, opis metod prognozowania emisji siarkowodoru i korozji siarczanowej, a także opis przepisów prawnych dotyczących odorów.

W rozdziale 3 *Cel, tezy i zakres pracy* Doktorant uzasadnił wybór tematyki badawczej, a następnie sformułował cztery tezy pracy:

1. Czas zatrzymania ścieków w układzie tłocznym ma wpływ na wielkość stężenia siarczków oraz gazowego siarkowodoru w studni rozprężnej.
2. Stężenie siarkowodoru w powietrzu powinno zależeć od stężenia siarczków w ściekach oraz od pH ścieków.
3. Należy ocenić przydatność modeli służących do prognozowania stężenia siarczków w ściekach, opisanych w literaturze, do małych systemów kanalizacji tłocznej.
4. Stężenia siarkowodoru w studni rozprężnej są znacznie mniejsze niż stężenia równowagowe obliczone za pomocą równania Henry'ego.

Podstawowym celem badań było określenie wpływu czasu zatrzymania ścieków komunalnych w rurociągu tłocznym, na stężenie gazowego siarkowodoru w studni rozprężnej. Wpływ ten został określony w kontrolowanych warunkach laboratoryjnych. Dodatkowymi celami było:

- doświadczalne sprawdzenie na modelu laboratoryjnym zależności stężenia siarczków w ściekach oraz stężenia siarkowodoru w powietrzu od odczynu ścieków;
- przetestowanie modeli prognozowania przyrostu stężenia siarczków w ściekach na danych uzyskanych w czasie eksperymentu;
- porównanie uzyskanych stężeń siarkowodoru w powietrzu z obliczonymi stężeniami równowagowymi.

Rozdział 4 zatytułowany *Materiały i metody* zawiera opis założeń do badań laboratoryjnych oraz szczegółowy opis budowy i sposobu działania autorskiego stanowiska laboratoryjnego, odzwierciedlającego pracę rzeczywistego układu ciśnieniowej kanalizacji sanitarnej. Ponadto w rozdziale 4 opisano hydraulikę

stanowiska pomiarowego, metodykę wykonywanych oznaczeń i pomiarów oraz przebieg prac badawczych.

Rozdziały 5, 6 i 7 zawierają kolejno analizę wyników dla I, II i III etapu badań. Etap I obejmował zbadanie ośmiu czasów zatrzymania ścieków (4, 8, 12, 16, 24, 36, 48 i 96 h). Wykonywano oznaczenia ścieków (ChZT, stężenie siarczanów, stężenie siarczków, pH, stężenie zawiesiny ogólnej), mierzono także stężenie tlenu na końcu rurociągu oraz wykonywano pomiary stężenia siarkowodoru w powietrzu. Etap II, to powtórzenie badań 3 czasów (8, 12 i 16 h), przy wykonaniu pełnego zakresu pomiarów i oznaczeń, podobnie jak w etapie I. W etapie III wykonano kolejne serie sprawdzające dla wszystkich czasów badanych w etapie I. Badania prowadzono tylko dla pojedynczego czasu zatrzymania. Ograniczono badania ścieków, rezygnując z oznaczania stężenia siarczanów oraz stężenia zawiesiny ogólnej. Wprowadzono natomiast oznaczanie ChZT rozpuszczonego. Dla każdego etapu pojedyncza seria pomiarowa (badanie jednego czasu zatrzymania ścieków) trwała 7 dób. W rozdziałach 5, 6 i 7 zestawiono tabelarycznie wszystkie wyniki badań oraz zwizualizowano je na wykresach.

W rozdziale 8 *Podsumowanie wyników badań etapu I, II i III* opisano uzyskane wyniki, a w szczególności opisano wpływ czasu zatrzymania na zmianę właściwości ścieków oraz emisję siarkowodoru oraz wpływ właściwości ścieków na stężenia i wskaźniki emisji siarkowodoru. Dla wszystkich opisanych zależności wyznaczono równanie zależności oraz policzono współczynnik determinacji.

Rozdział 9 *Prognozowanie stężenia siarczków w ściekach* zawiera próbę opisaną kinetyki powstawania siarczków w kanalizacji wybranymi wzorami empirycznymi.

Rozdział 10, *Podsumowanie i wnioski*, jest rekapitulacją przeprowadzonych prac badawczych. Doktorant odniósł się do 4 tez pracy oraz sformułował 8 wniosków końcowych, które według mojej opinii są zbyt szczegółowe, przy czym wszystkie mają uzasadnienie w treści pracy.

W rozdziale 11 *Proponowane kierunki dalszych badań* Doktorant przedstawia zagadnienia badawcze, które w jego ocenie wymagają dalszych prac naukowych.

Praca zredagowana jest poprawnie językowo i stylistycznie. Doktorant nie ustrzegł się przy tym licznych usterek redakcyjnych, które nie umniejszają jednak jakości pracy.

3. MERYTORYCZNA OCENA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Uważam, że podjęty przez Doktoranta temat pracy jest aktualny i wartościowy. Postawione teza i wytyczone cele zostały jasno określone, a przyjęty zakres badań pozwolił na właściwą ich realizację. Lektura pracy w pełni utwierdziła mnie w przekonaniu o słuszności postawionych tez, zaś cele pracy zostały osiągnięte.

Za szczególne osiągnięcia Doktoranta uważam udowodnienie czterech tez dysertacji, tj.:

- Teza I: Potwierdzono silną zależność przyrostu stężenia siarkowodoru w studni rozprężnej od czasu zatrzymania.
- Teza II: Potwierdzono silny związek korelacyjny między stężeniem siarkowodoru w powietrzu a stężeniem siarczków w ściekach oraz pH ścieków.
- Teza III: Zweryfikowano negatywnie przydatność modeli literaturowych do prognozowania stężenia siarczków w ściekach, tj. wykazano wielokrotne zawyżanie prognoz w stosunku do wyników pomiarów.
- Teza IV: Potwierdzono, że stężenia siarkowodoru w studni rozprężnej są znacznie mniejsze niż stężenia równowagowe obliczone za pomocą równania Henry'ego.

Cenne są również wnioski końcowe pracy (także z praktycznego punktu widzenia), zestawione w punkcie 10.2. Uważam jednak, że poziom ich szczegółowości jest zbyt duży jak na rozdział zamykający pracę – w takiej formie powinny pojawić się po wynikach, natomiast na końcu powinny być 3–4 wnioski końcowe.

Podczas lektury dysertacji pojawiły się następujące drobne uwagi i wątpliwości. Poniżej przedstawiono uwagi dyskusyjne, na które oczekuję odpowiedzi lub wypowiedzi polemicznych w czasie publicznej obrony rozprawy doktorskiej:

- Należy podjąć próbę wyjaśnienia, dlaczego pH zmniejszało się przez pierwsze 3 dni badań, a następnie rosło (rys. 15, rys. 38).
- W przypadku analiz współzależności mierzonych wskaźników Doktorant raz pokazywał na wykresach równania opisujące zależności (np. rys. 70), a innym razem równań tych nie pokazywał (np. rys. 66). Czy jest to celowe? Jeśli tak, to z czego to wynika? W mojej opinii sposób prezentacji wyników powinien być możliwie ujednolicony (z pokazaniem równań).
- Wydaje się, że pewne zależności można opisać w lepszy sposób przy zastosowaniu równie prostych funkcji (np. rys. 74). Czy Doktorant podejmował takie próby?

- Przedstawione w ostatnim rozdziale wnioski są w mojej ocenie zbyt szczegółowe (o czym pisałem już wcześniej). Proszę o sformułowanie i przedstawienie 3–4 najważniejszych wniosków końcowych.

4. WNIOSEK KOŃCOWY

Powyższe uwagi poczynione w obowiązku recenzenta w najmniejszym stopniu nie pomniejszają mojej pozytywnej oceny rozprawy doktorskiej. Obszerny zakres prac badawczych umożliwił Doktorantowi osiągnięcie celu pracy. Rozprawa doktorska Pana mgra inż. Bartosza Bogusławskiego *Wpływ czasu zatrzymania ścieków w rurociągu ciśnieniowym kanalizacji sanitarnej na stężenie siarkowodoru w studni rozprężnej* zawiera oryginalny materiał analityczny, jest poprawna pod względem metodycznym, a zawarte w niej tezy stanowią istotny problem naukowy. Recenzowana praca spełnia wymagania ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r., poz. 1668 z późn. zm.), wnoszę więc o dopuszczenie Pana mgra inż. Bartosza Bogusławskiego do publicznej obrony pracy doktorskiej.

