

Zabrze 3.04. 2023 r.

Prof. dr hab. inż. Czesława Rosik-Dulewska, członek rzeczywisty PAN

Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN

Recenzja rozprawy doktorskiej

Wpływ procesów technologicznych oraz wybranych parametrów
mikroklimatu na emisję odorów w biogazowniach

przetwarzających odpady komunalne

mgr inż. Marty Wiśniewskiej

Formalna podstawa opracowania recenzji

Oceny rozprawy doktorskiej dokonano na podstawie Uchwały nr3/II/2023 Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Politechniki Warszawskiej z dnia 17 stycznia 2023 r.

Uzasadnienie celowości podjęcia tematu badawczego

Jedną z metod postępowania z odpadami komunalnymi jest ich przetwarzanie w RIPOK/instalacjach mechaniczno-biologicznego przetwarzania (MBP). Jest to zespół działań zgodny z obowiązującym prawem służący minimalizacji ilości odpadów kierowanych do składowania. Ważnym zagadnieniem dotyczącym tych szczególnych obiektów związanych z przetwarzaniem odpadów, w tym biogazowni, jest m.in. emisja odorantów, tj. związków chemicznych wywołujących uciążliwość odorową, która stanowi problem nie tylko dla pracowników zakładu, dla mieszkańców pobliskich terenów, ale również dla środowiska. Stąd konieczne są badania nie tylko w zakresie identyfikacji procesów przeróbki odpadów najbardziej uciążliwych dla środowiska, ale wskazanie zaleceń dla obniżenia tego zagrożenia.

Prawdą jest, że funkcjonujące obecnie instalacje biogazowe (głównie rolnicze) były i są badane przede wszystkim pod względem wydajności energetycznej, a m.in. problematyce odorów poświęca się znacznie mniej uwagi. W tym kontekście podjęta tematyka badań jest ważna i interesująca z naukowego, ale i praktycznego punktu widzenia. Dobrze, że Doktorantka dostrzegła, że w ostatnich latach nastąpił rozwój nie tylko biogazowni rolniczych, ale i tych przetwarzających odpady komunalne. Jest to jednak konsekwencją zapotrzebowania na OZE (Dz.U. 2015 poz. 478 ze zm.; t.j. Dz.U. 2022 poz. 1378, a ten rodzaj energii zaliczany jest do źródeł energii odnawialnej), a ponadto rozwój biogazowni jest efektem zmian wprowadzanych w systemie selektywnej zbiórki odpadów ulegających biodegradacji. W tej sytuacji wyniki badań mogą znaleźć zastosowanie w praktyce inżynierskiej, m. in. podczas wydawania decyzji lokalizacyjnych przy projektowaniu nowych instalacji mechaniczno-biologicznego przetwarzania odpadów komunalnych, w tym w doborze urządzeń służących dezodoryzacji gazów procesowych, jak również w procedurze ocen oddziaływania na środowisko (OOS), poprzez pomoc nie tylko w identyfikacji potencjalnych źródeł oddziaływania zapachowego, ale i poszukiwania sposobów zapobiegania i neutralizowania.

Ogólna charakterystyka rozprawy

Rozprawa doktorska została przedstawiona w postaci monotematycznego zbioru publikacji, które zostały uszeregowane wg etapów badań. Prace opublikowano w: *Web of Conferences (2018)*, *Journal of Ecological Engineering (2020)*, *Applied Sciences (2020, 2021)*, *Archives of Environmental Protection (2020)*, *Sustainability (2020)*, *Energies (2020, 2021, 2022)*. Dwie z publikacji to prace autorskie Doktorantki (2018, 2020), natomiast siedem z nich ma dodatkowo dwóch współautorów. Zatem na cykl składa się 9 publikacji z lat 2018 -2022 (w tym 6. w MDPI, gdzie cykl wydawniczy jest krótki) :

1. Wiśniewska M. 2018. Environmental impact assessment of municipal biogas plants – case study. *SHS Web of Conferences*, 02015. <https://doi.org/10.1051/shsconf/20185702015> (Załącznik nr 1).

2. Wiśniewska M. 2020. Methods of Assessing Odour Emissions from Biogas Plants Processing Municipal Waste. *Journal of Ecological Engineering*, 21, 1, ss. 140–147. Dostępne w: <https://doi.org/10.12911/22998993/113039> (Załącznik nr 2).

3. Wiśniewska M., Kulig A. i Lelicińska-Serafin K. 2020a. Odour Emissions of Municipal Waste Biogas Plants – Impact of Technological Factors, Air Temperature and Humidity.

Applied Sciences, 10, 1093. Dostępne w: <https://doi.org/10.3390/app10031093> (Załącznik nr 3).

4. Wiśniewska M., Kulig A. i Lelicińska-Serafin K. 2020b. Olfactometric testing as a method for assessing odour nuisance of biogas plants processing municipal waste. *Archives of Environmental Protection*, 46, 3, ss. 60-68. Dostępne w: <https://doi.org/10.24425/aep.2020.134536> (Załącznik nr 4).

5. Wiśniewska M., Kulig A. i Lelicińska-Serafin K. 2020c. The Impact of Technological Processes on Odorant Emissions at Municipal Waste Biogas Plants. *Sustainability*, 12, 5457. Dostępne w: <https://doi.org/10.3390/su12135457> (Załącznik nr 5).

6. Wiśniewska M., Kulig A. i Lelicińska-Serafin K. 2020d. The Importance of the Microclimatic Conditions Inside and Outside of Plant Buildings in Odorants Emission at Municipal Waste Biogas Installations. *Energies*, 13, 6463. Dostępne w: <https://doi.org/10.3390/en13236463> (Załącznik nr 6).

7. Wiśniewska M., Kulig A. i Lelicińska-Serafin K. 2021 a. The Use of Chemical Sensors to Monitor Odour Emissions at Municipal Waste Biogas Plants. *Applied Sciences*, 11, 3916. Dostępne w: <https://doi.org/10.3390/app11093916> (Załącznik nr 7).

8. Wiśniewska M., Kulig A. i Lelicińska-Serafin K. 2022. Odour Load of Selected Elements of the Technological Line at a Municipal Waste Biogas Plant. *Energies*, 15, 2427. Dostępne w: <https://doi.org/10.3390/en15072427> (Załącznik nr 8).

9. Wiśniewska M., Kulig A. i Lelicińska-Serafin K. 2021 b. Odour Nuisance at Municipal Waste Biogas Plants and the Effect of Feedstock Modification on the Circular Economy – A Review. *Energies*, 14, 6470. Dostępne w: <https://doi.org/10.3390/en14206470> (Załącznik nr 9).

W dostarczonym materiale zatytułowanym Rozprawa doktorska (Warszawa 2023) artykuły potraktowano jako załączniki, a opatrzone zostały częścią opisową składającą się z 6. rozdziałów z podrozdziałami umieszczonymi na 95. stronach tekstu, opatrzonych streszczeniami w j. polskim i angielskim, spisem piśmiennictwa, rysunków i tabel. Jest to bardzo dobra i czytelna forma, jedynie dołączone opublikowane prace (jako załączniki) są niemal nieczytelne.

Wykaz cytowanego w pracy piśmiennictwa to 192 pozycje, w tym 11 aktów prawnych. W cytowanej literaturze ponad 50% stanowią pozycje zagraniczne.

Analiza i ocena merytoryczna rozprawy – teza, cele, zakres

Tezę pracy (...Stosowane rozwiązania technologiczne i warunki mikroklimatyczne znacząco wpływają na emisję odorantów z biogazowni przetwarzających odpady komunalne. Badania olfaktometryczne są odpowiednią metodą do oceny intensywności oddziaływania

zapachowego biogazowni przetwarzających odpady komunalne)...jaką chce udowodnić Doktorantka poprzez Swoje badania sformułowała poprawnie, chociaż jej część pierwsza jest znana i udowadniana w praktyce działań technologicznych ...Nie mniej jednak Doktorantka potwierdza ten fakt prowadząc wnikliwie badania olfaktometryczne, sięgając do szczegółów, które opisują potem dobrze obraz całości... Aby spełnić powyższą tezę **celem naukowym pracy** w konsekwencji jest... *określenie wpływu procesów technologicznych i eksploatacyjnych oraz wybranych parametrów mikroklimatu w środowisku wewnętrznym (w halach technologicznych) i zewnętrznym (w atmosferze) na emisję odorów w biogazowniach przetwarzających odpady komunalne*... Autorka rozprawy przedstawiła także 3 jasne i logiczne cele cząstkowe, tj.: *1. Identyfikacja i charakterystyka źródeł emisji odorów z biogazowni przetwarzających odpady komunalne, 2. Wskazanie relacji między występowaniem odorów a rodzajem przetwarzanych odpadów (zmieszane odpady komunalne/odpady zbierane selektywnie), stosowanymi rozwiązaniami technologicznymi, reżimem technologicznym oraz temperaturą i wilgotnością względną powietrza, 3. Analiza przydatności badań olfaktometrycznych jako metody do przeprowadzania ocen oddziaływania zapachowego biogazowni przetwarzających odpady komunalne*.

Po wprowadzeniu do tematyki badawczej (rozdz. 1), dobrze opisano obecny stan wiedzy (2) nt. biogazowni przetwarzających odpady komunalne (2.1), metody i techniki stosowane w odorymetrii (2.2), wpływ parametrów mikroklimatu na emisję odorów (2.3), metody ograniczania i kontrolowania emisji odorów (2.4), regulacje odorowe (2.5), genezę pracy i znaczenie podjętej tematyki (2.6), Cel i zakres pracy (3), materiał i metody (4), wyniki badań (5), wnioski (6) + literatura, akty prawne i załączniki.

Wprowadzenie do tematyki badań przedstawiono w dwóch publikacjach (*załącznik 1,2*), w których omówiono efekty przeprowadzonej ankietowej analizy skarg (2015-2018) i raportów, których ocena jednak wykazała niewielki problem związany z uciążliwością zapachową biogazowni, chociaż przeciwwagą dla tych wyników są przeprowadzone oceny oddziaływania biogazowni przetwarzających odpady komunalne.

W oparciu o przegląd literaturowy (analiza metod i technik oceny emisji odorów dla biogazowni przetwarzających odpady komunalne) **wykazano, że w zasadzie żadna z metod stosowana samodzielnie nie daje pełnej informacji o zapachu, dlatego w odorymetrii należy**

łączyć olfaktometrię z oznaczeniami chemicznymi. W oparciu o te informacje Doktorantka zaproponowała badania pilotażowe i roczne.

Obecnie w Polsce funkcjonuje 8-10 zakładów biogazowni przetwarzających odpady komunalne, z czego do przeprowadzenia badań pilotażowych (załącznik 3) Doktorantka wybrała sześć obiektów zlokalizowanych w Jarocinie, Tychach, Promniku, Stalowej Woli, Wólce Rokickiej oraz Białej Podlaskiej (4 obiekty z fermentacją suchą termofilową - dynamiczne, statyczne), 2 obiekty z fermentacją suchą mezofilową (dynamiczne). Tylko w jednym obiekcie (Biała Podlaska, obróbka pofermentatu, jednostopniowa stabilizacja tlenowa) odpady poddane fermentacji to **bioodpady** zebrane selektywnie, w pozostałych obiektach (obróbka pofermentatu, dwustopniowa stabilizacja tlenowa) były to odpady **ulegające biodegradacji**, (proponuję używać jednej nomenklatury bioodpady jak definicji nadrzędnej), ale wydzielone mechanicznie ze strumienia zmieszanych odpadów komunalnych. W wybranych do badań obiektach zastosowano różne metody dezodoryzacji. Ww. badania przeprowadzono w dwóch seriach pomiarowych (załącznik 3) określając intensywność oraz stężenie zapachu, stężenie VOC oraz NH₃ oraz mikroklimat (temperatura i wilgotność względna powietrza). Efekty badań należało uznać (z dotychczasowej praktyki) za oczekiwane, nie mniej jednak ważne i ciekawe ze względu na pozyskane konkretne dane. Wpływ parametrów technologicznych oraz procesów jednostkowych na emisję odorów badano na podstawie obserwowanych zmian stężeń VOC oraz NH₃. Analiza uzyskanych wyników wykazała tylko w czterech, z badanych sześciu zakładów, wyższe intensywności i stężenia zapachu przy wyższych temperaturach powietrza (dlaczego...czy sprawa technologii, czy jakości/rodzaju odpadów???). Przy wyższych wartościach wilgotności względnej zaobserwowano niższe intensywności i stężenia zapachu. Jednakże zależność ta była widoczna tylko wtedy, gdy różnice wilgotności w poszczególnych seriach pomiarowych wynosiły co najmniej 20% (proszę na podstawie wiedzy wyjaśnić zależność- wilgotność a stężenia zw. chemicznych). Istotnym spostrzeżeniem jest tu wskazanie jakim operacjom jednostkowym towarzyszyły najwyższe stężenia VOC i NH₃, a/ magazynowanie, obróbka wstępna odpadów i odwadnianie pofermentu (VOC) oraz b/ magazynowanie odpadów, odwadnianie pofermentu, stabilizacja tlenowa pofermentu i eksploatacja instalacji dezodoryzacji (NH₃). Brakuje mi tu jednak ważnego odniesienia/porównania wyników dla tych zróżnicowanych: technologii

fermentacji, odpadów, jak i zróżnicowanych funkcji wybranych punktów pomiarowych (tabela 2,5 i 6 i załącznik 3)

W kolejnej publikacji (załącznik 4) przedstawiono efekty wykorzystania olfaktometrii terenowej do określenia uciążliwości zapachowej w biogazowniach przetwarzających odpady komunalne oraz do oceny prawidłowości procesów prowadzonych w tych instalacjach. Wyniki te porównywano ze stężeniem siarkowych związków chemicznych H₂S i DMS (wywołujących/odpowiadających za uciążliwość zapachową) oznaczonych chromatograficznie przenośnym chromatografem Photovac Voyager. **Wykazanie, że wyniki badań stężeń zapachu z olfaktometrii są zgodne z wynikami badań stężeń odorantów badaniami chemicznymi - to jest ważne spostrzeżenie z praktycznego punktu widzenia. Powtórzono także wcześniejsze spostrzeżenia, że zróżnicowanie stężenia zapachu wystąpiło w magazynowaniu odpadów pozyskiwanych bez selektywnej zbiórki, jak i w zróżnicowanym czasie trwania magazynowania.**

Wyboru obiektów do przeprowadzenia badań rocznych dokonano głównie w oparciu o analizę rodzaju technologii fermentacji w zakładach przetwarzania oraz rodzaju wsadu i jego przygotowania. Faktycznie były to jedyne istotne przesłanki jakie były do dyspozycji. Natomiast trudno dyskutować nad poprawnością wyboru, bo dokonano go w oparciu (jak już wcześniej wspomniałam) o jedynie możliwe rodzaje procesu fermentacji (2 obiekty fermentacja termofilowa, jeden mezofilowa) oraz m.in. przygotowanie wsadu do fermentacji (w hali) jak i stabilizacją tlenową pofermentu (w hali). Badania obejmowały oznaczenia chemiczne, olfaktometryczne oraz mikroklimatyczne.

W oparciu o biogazownię w Promniku, w kolejnym artykule (załącznik 5), przedstawiono wyniki badań rocznych wpływu procesów technologicznych na emisję badanych odorantów (VOC, NH₃, H₂S i CH₄SH) oraz obserwację ich zmian między poszczególnymi seriami pomiarowymi. Tak więc w badaniach rocznych potwierdzono wcześniej już identyfikowane miejsca (w ciągu technologicznym), w których uciążliwość zapachowa jest największa. Nie wiemy jednak czy/w jakim zakresie sam przebieg procesu fermentacji termofilowej, mezofilowej ma wpływ na uciążliwość zapachową przy dalszej obróbce fermentu (Promnik tylko fermentacja mezofilowa). Czuje się tu brak możliwości porównania efektów bo obiekty/cykle technologiczne różne.

Nieco inny zakres badań przedstawiono w kolejnej z cyklu pracy (*Załącznik nr 6*), ponieważ tu celem badań w biogazowniach w Białej Podlaskiej i Wólce Rokickie była analiza wpływu temperatury i wilgotności względnej powietrza wewnętrznego i zewnętrznego na stężenia i emisje odorantów. Obiekty też różniły się nieznacznie jeśli chodzi o kolejne etapy procesu technologicznego, a średnie stężenia VOC i NH₃ także i w tym przypadku różniły się w zależności od etapu procesu technologicznego. **Wg Doktorantki temperatura powietrza miała wpływ przede wszystkim na stężenia i emisje VOC, a wilgotność powietrza głównie na stężenia i emisje NH₃....Najwyższe współczynniki korelacji odnotowano na etapie przygotowania do fermentacji oraz w gazach odprowadzanych przez wentylatory dachowe. Najmniejszy wpływ czynników mikroklimatycznych zaobserwowano na początku linii technologicznej biogazowni (czyli jakiej ???), w części magazynowania odpadów i w hali obróbki mechanicznej. Wynika to w tym przypadku z większego wpływu na stężenia odorantów rodzaju, jakości i ilości odpadów przyjmowanych do zakładów.????????? Dziwi to spostrzeżenie, ponieważ o ile dobrze rozumiem wcześniejsze wyniki badań wykazywały, że temperatura oraz czas magazynowania i jakość odpadów miały decydujący wpływ... (załącznik 3).**

Zaprezentowane w publikacji (*Załącznik nr 7*) badania obejmowały efekty z zastosowania detektora wielogazowego, MultiRae Pro, do monitorowania uciążliwości zapachowej biogazowni. Pomiarów zostały wykonane w trzech biogazowniach przetwarzających odpady komunalne. W tych badaniach wskazano na odwadnianie pofermentu oraz jego stabilizację tlenową (jako operacje technologiczne), jako procesy dla których odnotowano najwyższe stężenia odorantów (VOC i NH₃). W jednym z tych obiektów była to stabilizacja tlenowa 2st. (w hali i w wiacie).. **to wskazuje także na niepełny przebieg procesu fermentacji, jak i niewłaściwego przebiegu procesu kompostowania....Tak to rozumiem.** Ciekawe natomiast jest stwierdzenie, że analiza korelacji między stężeniami VOC i NH₃ wskazuje tylko niewielkie zależności pomiędzy nimi. *W wielu segmentach analizowanych linii technologicznych dominujący wpływ VOC i NH₃ w mieszaninie odorów był naprzemienny, co zostało potwierdzone przez analizę OAV. Jedynie w stacji pompowania ścieków technologicznych stwierdzono podobny udział VOC i NH₃ w badanej mieszaninie odorowej.* **Spostrzeżenie z publikacji (załącznik 3) ...Istotnym spostrzeżeniem jest tu wskazanie jakim operacjom jednostkowym towarzyszyły najwyższe stężenia VOC i NH₃, a/ magazynowanie,**

obróbka wstępna odpadów i odwadnianie pofermentu (VOC) oraz b/ magazynowanie odpadów, odwadnianie pofermentu, stabilizacja tlenowa pofermentu i eksploatacja instalacji dezodoryzacji (NH₃)...*Czy te spostrzeżenia należy traktować tożsamo????* Wg Doktorantki wskazana metodyka daje możliwość szybkiej informacji, w tym szybkiej reakcji i podjęcia działań związanych z minimalizacją emisji zapachowych, choć zaobserwowano przypadki zawodnej pracy detektora przy niskich stężeniach odorantów oraz jego wrażliwości na wysoką wilgotność gazów procesowych...jaka jest zatem ostateczna konkluzja?

Badania przedstawione w kolejnym artykule (*Załącznik nr 8*) miały na celu oszacowanie obciążenia odorowego wybranych elementów ciągu technologicznego biogazowni przetwarzającej odpady komunalne na przykładzie biogazowni w Promniku, która została wybrana ponownie (zał.5) ze względu na najwyższy reżim technologiczny oraz najwyższą ciągłość i przewidywalność poszczególnych operacji jednostkowych spośród wszystkich badanych instalacji. **Doktorantka stwierdza, że obciążenie odorowe poszczególnych elementów ciągu technologicznego należy charakteryzować poprzez wskazanie parametrów takich jak: emisja odorantów i odorów, a zmienność tych emisji oraz ich wartości podawać w przeliczeniu na 1 Mg odpadów_(jakich?).** W pracy określono obciążenie odorowe dwóch elementów ciągu technologicznego – magazynowania odpadów oraz odwadniania pofermentu (łącznie pięć punktów pomiarowych). **Badania te ponownie potwierdziły najwyższe emisje wszystkich badanych odorantów towarzyszyły magazynowaniu zmieszanych odpadów komunalnych, ale wysoka zmienność emisji NH₃ i emisji zapachów towarzyszyła także odwadnianiu pofermentu. *Największą zmienność emisji VOC, H₂S, CH₃SH oraz emisji zapachów odnotowano w przypadku magazynowania odpadów tworzyw sztucznych i metali (frakcja „sucha” gromadzona selektywnie).....?????? proszę to wyjaśnić, w czym zawiniły tu tworzywa sztuczne itd.***

Zdaję sobie sprawę, że podjęta próba określenia jednostkowej wartości emisji odorantów na 1 Mg odpadów jest bardzo trudna ze względu na wszystkie wymienione w artykule przesłanki, niemniej jednak można pokusić się o takie próby dla najczęściej prawdopodobnych warunków technologicznych jak i składu odpadów. Oczywiście jest to najbardziej prawdopodobne dla bioodpadów zbieranych selektywnie z podziałem na pory roku i obszary, z których pochodzą.

Na podstawie analizy badań zamieszczonych publikacji (załącznik nr 9) można stwierdzić, że skonfrontowanie wyników badań własnych z danymi literaturowymi, w zakresie oceny uciążliwości zapachowej w biogazowniach odpadów komunalnych oraz wpływu wsadu do procesu fermentacji na te uciążliwości prowadzi do potwierdzenia, że jest to szczególnie widoczne na etapie obróbki mechanicznej odpadów oraz gospodarki ściekami technologicznymi. Szansą dla poprawy tego stanu jest selektywna zbiórka bioodpadów.

Uwagi

1. Rozprawa doktorska jest oparta o zbiór publikacji b. szybko ukazujących się, nawet 2. w jednym roku, co jednak nie pozwoliło ustrzec się pewnych zbędnych, czasami kłopotliwych merytorycznych interpretacji. Rozumiem, że potrójny zespół autorski w 6. publikacjach przyczynił się do tego szybkiego tempa, a przy tym lokowane ich w większości w MDPI były szansą na szybkie ukazywanie się. W wybranych biogazowniach do badań rocznych jest zróżnicowany zakres badawczy (zał. 5 6), ponadto pierwsza z biogazowni ma inny cykl technologiczny, co zwielokrotnia trudności interpretacyjne, a tym samym i brak jednoznaczności. Gdyby była to monografia doktorska, uniknęłoby się wielu powtórek wyników i dużo precyzyjniej wyglądałaby ocena wyników zbiorczych, bo w tej sytuacji to recenzent też tego sam dokonuje.
2. Czy wentylatory były usytuowane po biofiltrach biologicznych ?
3. Wnioski zbytnio rozbudowane, to całe opisy: Wniosek 1 to raczej motywacja do przeprowadzenia badań, Wniosek 3 niczego nowego nie wnosi, Wniosek 6 powtórka - zbędny, rozszerzony o źródła odorów, których nie analizowana np. pre RDF - nie dotyczy biogazowni, Wniosek 7 oczywisty, Wniosek 8 zbytnio rozbudowany, skrócić i połączyć z wnioskiem 7.
4. Czy w badanych instalacjach były filtry biologiczne na etapie odwadniania pofermentu? Jeśli tak to ta wyjątkowo duża uciążliwość odorowa przy odwadnianiu pofermetu może świadczyć o niepełnym przebiegu fermentacji.
5. Jakiego typu były bioreaktory? czy zawsze fermentacja jednostopniowa?

Wyszczególnienie osiągnięć badawczych przedstawiano na bieżąco w tekście **boldem**, a ponadto za osiągnięcia badawcze uważam informacje zawarte we wnioskach 2,4,8,9,10,11, a mianowicie: *a/... Wśród odorantów, które towarzyszą eksploatacji biogazowni przetwarzających odpady komunalne zidentyfikowano VOC, NH₃, CH₃SH oraz H₂S. Ich średnie stężenia różnią się w zależności od etapu ciągu technologicznego. W wielu częściach*

analizowanych linii technologicznych występują one naprzemiennie. Najwyższe stężenia VOC towarzyszą magazynowaniu odpadów zmieszanych, obróbce wstępnej, odwadnianiu pofermentu i jego stabilizacji tlenowej, NH₃ – odwadnianiu pofermentu, jego stabilizacji tlenowej oraz eksploatacji instalacji dezodoryzacji, CH₃SH – magazynowaniu zmieszanych odpadów komunalnych, odwadnianiu i stabilizacji tlenowej pofermentu, a H₂S – stabilizacji tlenowej pofermentu.... b/ Korelacje między zmiennymi temperatura i stężenie VOC oraz temperatura i emisja VOC były dodatnie. Wilgotność powietrza miała wpływ głównie na stężenie i emisję NH₃, a korelacja między zmiennymi (wilgotność i stężenie NH₃ oraz wilgotność i emisja NH₃) była ujemna... c/ Wpływ i znaczenie czynników mikroklimatycznych zmienia się w zależności od poszczególnych etapów procesu technologicznego instalacji biogazowej. Największe współczynniki korelacji zaobserwowano w sekcji przygotowania odpadów do procesu fermentacji oraz w powietrzu odprowadzanym przez wentylatory dachowe – między temperaturą powietrza a stężeniem VOC oraz temperaturą a emisją VOC...d/ Badania olfaktometryczne są odpowiednią metodą do oceny intensywności oddziaływania zapachowego biogazowni przetwarzających odpady komunalne. Olfaktometria terenowa jest skuteczną metodą kontroli nie tylko uciążliwości zapachowej, ale także przebiegu procesów technologicznych, a metoda czujnikowa umożliwia szybką identyfikację i ilościowe oznaczanie odorantów.... e/ Dla oceny uciążliwości zapachowej instalacji biogazowych przydatna okazuje się analiza OAV, dzięki której możliwe jest określenie, jaki odorant ma największy udział w mieszaninie zapachowej i w związku z tym wymaga szczególnej kontroli...

Podsumowanie – wniosek końcowy

Drobne uwagi, spostrzeżenia a także osiągnięcia przedstawiłam szczegółowo w tekście (boldem) i powyżej. W świetle tego uważam, że rozprawa doktorska **mgr inż. Marty Wiśniewskiej** *Wpływ procesów technologicznych oraz wybranych parametrów mikroklimatu na emisję odorów w biogazowniach przetwarzających odpady komunalne*, składająca się z 9. publikacji opatrzonych b. dobrym przeglądem literatury, tezą, celami badań, metodyką, wnioskami, piśmiennictwemzawiera wyniki badań, które należy uznać jako oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, a także istotne w zakresie aplikacyjnym, a tym samym wskazują na spełnienie wymagań jakie ustawowo stawia się rozprawom doktorskim.

Pani **mgr inż. Marta Wiśniewska** wykazała się dobrą ogólną wiedzą teoretyczną z zakresu szeroko pojętej gospodarki odpadami (dyscyplina inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka, nauki inżynieryjno-techniczne), a jakość i poprawność przeprowadzonych badań na omawianych obiektach, wraz z interpretacją wyników, także należy uznać za umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. W tej sytuacji przedkładam wniosek o dopuszczenie **mgr inż. Marty Wiśniewskiej** do publicznej obrony, po przyjęciu przez Komisję Doktorską Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Politechniki Warszawskiej, w ramach obowiązujących przepisów, tj. *Ustawie prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* z dnia 20 lipca 2018 r. (nowelizacja Dz.U.2022) oraz w *Rozporządzeniu MNiSW w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora* z dnia 30 stycznia 2018 roku (Dz.U. poz. 261).



