



dr hab. Mariola Jabłońska, prof. uczelni

Sosnowiec, 18.08.2023 r.

Wydział Nauk Przyrodniczych,
Uniwersytet Śląski w Katowicach
ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec
tel. | kom. 323689529, 504751929
e-mail: mariola.jablonska@us.edu.pl

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr Agnieszki Trzyna

pt.: „Ocena skuteczności zastosowania sieci pajęczych poprzez wykonanie badań porównawczych (pyłomierz vs. sieci pajęczce) przy ocenie jakości powietrza wybranego rejonu”, wykonanej pod opieką promotorów: dr hab. Justyny Rybak, prof. PWr i dr hab. Macieja Górki, prof. UWwr.

Podstawa opracowania

Recenzja została wykonana na podstawie pisma Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka, Politechniki Wrocławskiej – dr. hab. inż. Roberta Króla, prof. uczelni z dnia 12 czerwca 2023 r. oraz na podstawie Uchwały Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka, Politechniki Wrocławskiej nr 659/31/RDND 08/2021-2023 z dnia 07 czerwca 2023 r. w sprawie powołania recenzentów rozprawy doktorskiej pt.: „Ocena skuteczności zastosowania sieci pajęczych poprzez wykonanie badań porównawczych (pyłomierz vs. sieci pajęczce) przy ocenie jakości powietrza wybranego rejonu”, przygotowanej przez mgr Agnieszkę Trzyna, pod opieką dwóch promotorów: dr hab. Justyny Rybak, prof. PWr i dr hab. Macieja Górki, prof. UWwr.

Celowość podjęcia tematu

Problem jakości powietrza, jakim oddychamy od momentu urodzenia, aż po kres życia jest niezmiernie ważny dla każdego człowieka. Dlatego istotna jest znajomość zanieczyszczeń powietrza, które wpływają zarówno na wszystkie komponenty środowiska (atmosferę, litosferę, hydrosferę i biosferę) oraz są istotne dla życia i zdrowia ludzi.



Zarówno w Polsce, jak i na świecie zwraca się uwagę na rodzaje zanieczyszczeń powietrza. Rozpatrując je w różnych aspektach: a) źródeł zanieczyszczeń: naturalnych, antropogenicznych czy mieszanych, b) faz zanieczyszczających atmosferę z podziałem na składniki gazowe, pyłowe czy aerozolowe, c) rodzaju zanieczyszczeń z uwzględnieniem składników: mineralnych, związków organicznych, metali toksycznych itd.

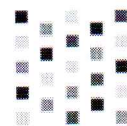
Prowadzony w Polsce monitoring zanieczyszczeń atmosfery dostarcza przede wszystkim informacji o stężeniach pyłów PM₁₀ i PM_{2.5}. Większość automatycznych stacji monitorujących jakość powietrza wskazuje dane dotyczące stężeń wybranych składników gazowych. Jeszcze mniej stacji dostarcza danych na temat zawartości metali w zanieczyszczeniach powietrza.

Podjęcie tematyki badawczej przez Doktorantkę w kontekście skuteczności zastosowania sieci pajęcznych przy ocenie jakości powietrza jest ciekawą i oryginalną propozycją wykorzystania biomonitoringu do badań zawartości metali w zanieczyszczeniach powietrza. Postawione w pracy cele oraz hipotezę badawczą, należy uznać za właściwe i merytorycznie uzasadnione.

Zawartość rozprawy

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska pt. „Ocena skuteczności zastosowania sieci pajęcznych poprzez wykonanie badań porównawczych (pyłomierz vs. sieci pajęczne) przy ocenie jakości powietrza wybranego rejonu” została przygotowana w formie zbioru ośmiu recenzowanych i spójnych tematycznie publikacji naukowych. Pani magister Anna Trzyna przygotowała opracowanie rozprawy doktorskiej (na 157 stronach), które składa się: ze spisu treści, streszczenia w języku polskim i angielskim oraz zawiera sześć rozdziałów ujmujących zasadniczą treść dysertacji wraz z omówieniem publikacji stanowiących dorobek dyplomantki.

Pierwszy rozdział zawiera informacje dotyczące kwestii formalnych tj. ukończenia studiów pierwszego i drugiego stopnia. Drugi rozdział to wykaz wieloautorskich publikacji stanowiących dorobek naukowy Doktorantki. Znajduje się w nim wykaz ośmiu recenzowanych prac stanowiących cykl jednolitych tematycznie publikacji. Pani magister Agnieszka Trzyna w sześciu artykułach jest pierwszym autorem, w jednej publikacji jest na drugim miejscu, oraz w jednej publikacji jest ostatnim - piątym autorem. Publikacja ta została wskazana jako piąta pozycja w dorobku Doktorantki. Dotyczy „Porównania wyników otrzymywanych z analizy cząstek zakumulowanych na sieciach pajęcznych z wykorzystaniem SEM-EDX, z wynikami otrzymanymi z ICP-MS – charakterystyka zanieczyszczeń” i została opublikowana w Chemosphere. Sądząc z opisu o udziale własnym



i czytając wkład pracy (zamieszczony w artykule w części „CRediT autor statement”, pozostałych autorów odnosi się wrażenie, iż udział Doktorantki w tej publikacji nie jest znaczący.

W tym miejscu, jako recenzentka chciałam stwierdzić, że szkoda, iż Doktorantka nie pokusiła się o przedstawienie swojego udziału procentowego w przygotowaniu poszczególnych artykułów, z uwzględnieniem podpisów pozostałych współautorów. Takie oświadczenia były wymagane we wcześniejszych procedurach przygotowania dokumentów do przeprowadzenia przewodu doktorskiego. Mimo tego, iż nie ma obecnie takiego obowiązku, to jednak zdecydowanie ułatwiłoby to podkreślenie naukowego dorobku i wkładu pracy Doktorantki w poszczególne publikacje.

Pomimo braku oświadczeń, należy jednak zwrócić uwagę, iż Pani magister Agnieszka Trzyna jest autorem korespondencyjnym we wszystkich wskazanych jako dorobek naukowy artykułach.

Przedstawiony zbiór publikacji jest urozmaicony: od artykułów w wysoko punktowanych czasopismach, jak Chemosphere – dwie publikacje (po 140 pkt), przez Atmospheric Research, Minerals, czy Sustainability (trzy publikacje, każda po 100 pkt), po artykuły, które zostały opublikowane w: Integrated Environmental Assessment and Management, Mineralogia, Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Służby Pożarniczej SGSP (kolejne trzy artykuły po 70 pkt każda).

W odczuciu recenzentki można uznać, iż w większości wskazane publikacje stanowią znaczący dorobek naukowy Doktorantki. Łączna liczba punktów w publikowanych czasopismach wynosi 790.

Kolejny trzeci rozdział opracowania jest najważniejszy, gdyż stanowi rozprawę doktorską Pani magister Agnieszki Trzyna, w której sformułowała zasadniczy cel i jak napisała „cele poboczne” oraz postawiła hipotezę badawczą. Doktorantka w dalszej części omawianego rozdziału przedstawia tło postawionego problemu badawczego oraz wskazuje na zastosowane metodyki badań. Następnie szczegółowo opisuje zagadnienia omówione w poszczególnych publikacjach, które stanowią odpowiedź na postawione w dysertacji tezy badawcze. Rozdział zawiera także pełne teksty ośmiu publikacji zgłoszonych jako dorobek naukowy Doktorantki. Recenzentka dokona szczegółowej analizy rozprawy doktorskiej w dalszej części niniejszej recenzji.

Następny czwarty rozdział zawiera podsumowanie i wnioski, które odpowiadają na postawione w pracy doktorskiej cele badawcze. Kolejny – piąty rozdział dysertacji dostarcza informacji o pozostałym dorobku naukowym Pani magister Agnieszki Trzyna. Zawiera on dziewięć publikacji o urozmaiconej tematyce w zakresie szeroko pojętych badań środowiskowych.

Opracowanie kończy rozdział szósty obejmujący bibliografię, która była wykorzystana w niniejszej rozprawie.

Charakterystyka pracy i jej wartość naukowa

Doktorantka w swojej dysertacji zajęła się tematyką związaną z wykorzystaniem do badań i oceny jakości powietrza nowatorskiego bioindykatora, który stanowią odpowiednio przygotowane sieci pajęczce oraz skutecznością zastosowania sieci pajęczych przy ocenie jakości powietrza. W celu oceny skuteczności używania sieci pajęczych do badań jakości powietrza przeprowadzono analizy porównawcze z innymi popularnie stosowanymi bioindykatorami np. porostami. Porównywano też zgromadzony na sieciach pajęczych pył opadowy z pyłami zawieszonymi PM₁₀ lub PM_{2.5}, które pobierano tzw. aktywnymi metodami głównie stosowanymi w monitoringu jakości powietrza.

Doktorantka w rozdziale 3.1 wprowadza czytelnika w zagadnienie związane z badaniami prowadzonymi w zakresie jakości powietrza. Zwraca uwagę na wykorzystanie metod biomonitoringu jako stosunkowo tanich narzędzi do oceny jakości powietrza. Zauważa możliwość wykorzystania bioindykatorów z sieci pajęczych do oceny zanieczyszczenia powietrza wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi, czy oceny zawartości pierwiastków potencjalnie toksycznych, mogących negatywnie wpływać na środowisko i zdrowie ludzi.

Dla zrealizowania tematu swojej dysertacji Pani magister Agnieszka Trzyna wyznaczyła główny cel badań tj. ocenę skuteczności zastosowania sieci pajęczych w monitoringu powietrza poprzez wykonanie analizy porównawczej dwóch metod stosowanych do oceny jakości powietrza (aktywnej i pasywnej). Dodatkowo w pracy postawiono cele szczegółowe: porównanie wykorzystania dwóch metod biomonitoringu (sieci pajęczych i porostów), analizę zanieczyszczeń pyłowych oraz ocenę ryzyka zdrowotnego. Pani mgr Agnieszka Trzyna postawiła też hipotezę badawczą, w której założyła, iż proponowana metoda badań z użyciem sieci pajęczych do oceny jakości powietrza jest zgodna z popularnie stosowaną metodą grawimetryczną. Doktorantka zakłada, że obie metody dają zbieżne informacje dotyczące źródeł zanieczyszczenia powietrza, chociaż mogą wskazywać na rozbieżne dane ilościowe. Recenzentkę to nie dziwi z uwagi na fakt, iż tak naprawdę prowadzona jest analiza dwóch różnych rodzajów pyłów atmosferycznych. Metody aktywne z reguły służą do poboru pyłów zawieszonych, natomiast metody pasywne stosowane są do poboru pyłów opadowych. Stąd składniki pochodzące ze źródeł emisji zanieczyszczeń będą podobne, jednak ich ilość może być różna.

Następnie Pani magister Agnieszka Trzyna opisuje metodykę, jaką wykorzystwała w swoich badaniach. Bardzo dobrze jest opisana porównawcza metodyka wykorzystania aktywnych i pasywnych technik poboru zanieczyszczeń (choć dotyczyą poboru różnych pyłów). Również



bardzo dobrze zostało przedstawione zastosowanie metod biomonitoringu z wykorzystaniem porostów i sieci pajęczych. W tym miejscu również należy zwrócić uwagę, iż obydwie te metody mają zastosowanie do badań nieco odmiennych składowych zanieczyszczeń powietrza. Doktorantka sama zauważa, iż porosty są czułe na składniki gazowe, pyłowe i opadowe. Natomiast sieci pajęcze głównie służą do poboru zanieczyszczeń opadowych. Zatem mamy ponownie sytuację z badaniem różnych składników zanieczyszczających powietrze.

Do tych opisów recenzentka nie ma zastrzeżeń. Natomiast brakuje informacji o zastosowanych metodach badań, które mają dać odpowiedź na pozostałe wytyczone w dysertacji cele tj. wskazanie i porównanie źródeł emisji zanieczyszczeń powietrza oraz wpływ zanieczyszczeń powietrza na zdrowie ludzi. Szczegółowe uwagi krytyczne – recenzentka omówi w dalszej części niniejsze recenzji.

Rozprawa doktorska Pani magister Agnieszki Trzyna jest realizowany poprzez cykl ośmiu artykułów, w których opisano badania prowadzone w latach 2018 – 2021.

Pierwsza, bardzo dobra publikacja pt.: „The use of spider web in the monitoring of air quality – A review” opublikowana w *Integrated Environmental Assessment and Management*, omawia wykorzystanie sieci pajęczych w badaniach zanieczyszczeń powietrza. Wskazano w niej na łatwość pozyskiwania sieci pajęczych jako bioindykatora pozwalającego na prowadzenie badań umożliwiających ocenę jakości powietrza. Jednocześnie zaproponowano dalsze kierunki i możliwości wykorzystania sieci pajęczych w badaniach biomonitoringowych. Wartością naukową jest wykazanie, że łatwe pozyskiwanie sieci pajęczych jako bioindykatora, daje możliwości prowadzenia badań biomonitoringowych pozwalających na ocenę jakości powietrza w trudno dostępnych obszarach, lub miejscach, gdzie do tej pory nie prowadzono takich analiz.

Druga zamieszczona publikacja pt.: „The impact of seasonality and meteorological conditions on PM_{2.5} carbonaceous fractions coupled with carbon isotope analysis: Advantages, weaknesses and interpretation pitfalls, opublikowaną w *Atmospheric Research* opisuje szerokie spektrum przeprowadzonych analiz pyłów zawieszonych PM_{2.5}. Przedstawienie tej publikacji dowodzi umiejętności prowadzenia badań zanieczyszczeń powietrza pyłów PM_{2.5} z wykorzystaniem wielu różnych metod analiz. Wykonano kompleksowe badania dla pyłów respirabilnych zebranych od października 2020 r. do września 2021r. Przeprowadzono analizę frakcji węglowej, w której opisano wzajemną relację składników węglowych (TC/OC/EC) wraz z analizą składu izotopowego węgla ($\delta^{13}C$). Całość uzupełniono danymi uzyskanymi za pomocą spektrometru fourierowskiego



w podczerwieni (FTIR). Przeprowadzono analizę statystyczną otrzymanych wyników badań, co pozwoliło na wskazanie głównych źródeł emisji zanieczyszczeń do powietrza. Wykazano, że w okresie zimowym zanieczyszczenia pochodzą głównie z niekompletnego spalania paliw kopalnych. Natomiast latem ujawniła się dominacja zanieczyszczeń biogenicznych oraz pochodzących z transportu drogowego. Wartością naukową jest więc wykazanie zastosowanej metodyki analiz dla właściwego wyznaczenia źródeł emisji zanieczyszczeń.

Trzeci przedstawiony w dorobku naukowym Doktorantki artykuł pt.: “Spider webs and lichens as bioindicators of heavy metals: a comparison study in the vicinity of a copper smelter (Poland)” opublikowana w Sustainability jest jedną z ważniejszych publikacji, gdyż dotyczy badań porównawczych wykorzystania sieci pajęczych i innego bioindykatora – porostów, do kumulacji pierwiastków potencjalnie toksycznych. Na ich podstawie możliwe jest dokonanie oceny jakości powietrza. Dla zrealizowania postawionego w publikacji celu - przeprowadzono przy użyciu płomieniowego spektrometru absorpcji atomowej analizę takich pierwiastków, jak: Cu, Zn, Ni, Pb i As. Wartością naukową przedstawioną w tej publikacji było ilościowe porównanie zanieczyszczeń akumulowanych przez dwa bioindykatory: sieci pajęczce i porosty. Wyniki wykazały zdecydowanie wyższe zawartości tych pierwiastków wychwycone w sieciach pajęczych aniżeli w porostach. Wartością naukową jest uznanie sieci pajęczych jako bioindykatora bardziej efektywnego, aniżeli porosty.

Zasadniczy problem badawczy, który stanowi główny cel rozprawy doktorskiej, tj. porównanie zastosowania sieci pajęczych z metodami tzw. „aktywnego monitoringu z wykorzystaniem pyłu PM₁₀ został szczegółowo omówiony w czwartej stanowiącej dorobek naukowy Doktorantki publikacji pt.: “Air pollution research based on spider web and parallel continuous particulate monitoring – a comparison study coupled with identification of sources” opublikowanej w Minerals. Jednocześnie publikacja ta miała także dać odpowiedź na postawioną hipotezę badawczą dotyczącą, wykorzystania sieci pajęczych, które mogą wskazywać na takie same źródła zanieczyszczeń, jak rekomendowana w monitoringu powietrza metoda grawimetryczna. Eksperyment prowadzono przez okres jednego miesiąca, a do analiz wykorzystano analizator Horiba PX-375, który służy do ciągłego automatycznego pomiaru cząstek stałych ze wskazaniem w czasie rzeczywistym stężeń - występujących w zanieczyszczonym powietrzu pierwiastków. Urządzenie to wykorzystuje analizę fluorescencji rentgenowskiej (XRF). Wartością naukową publikacji jest wykazanie, iż cząstki zakumulowane na sieciach pajęczych wykazały wyższe stężenia metali, aniżeli



wskazania analizatora zawartości tych samych pierwiastków w pyłach PM₁₀.

Przedstawiona w dorobku naukowym piąta publikacja pt.: “The assessment of effectiveness of SEM-EDX and ICP-MS methods in the process of determining the mineralogical and geochemical composition of particulate matter deposited on spider webs.” opublikowana w *Chemosphere*, jest szczegółową analizą pierwiastkową i mineralogiczną zanieczyszczeń pyłowych zdeponowanych na sieciach pajęczych. Opisano analizę pyłów zdeponowanych na sieciach pajęczych przez okres trzech miesięcy. Szczegółowe badania pyłów wykonano używając skaningowej mikroskopii elektronowej (do analizy pojedynczych cząstek) oraz spektrometrii mas sprzężonej z plazmą wzbudzoną indukcyjnie (ICP-MS) – dającą informację o stężeniach wybranych metali (w całościowej pobranej próbce zanieczyszczeń pyłowych). Wartością naukową publikacji jest wskazanie źródeł zanieczyszczeń powietrza we frakcji pyłów większych niż 10 μm, gdzie stwierdzono przede wszystkim składniki pochodzenia naturalnego, oraz frakcji drobniejszej (najprawdopodobniej poniżej 2.5 μm), która pochodziła ze źródeł antropogenicznych oraz wykazywała wyższe stężenia analizowanych metali (Zn, Pb, Cd, Cu, Ni, As).

Kontynuacją badań naukowych dla zrealizowania oceny ryzyka zdrowotnego na podstawie kumulacji pierwiastków potencjalnie toksycznych na sieciach pajęczych, była kolejna (szósta) praca pt.: „Health risk assessment in the vicinity of a copper smelter: particulate matter collected on a spider web.”, opublikowana w czasopiśmie *Mineralogia*. Publikacja zawiera wyniki analiz pyłów zakumulowanych po trzy miesięcznej ekspozycji sieci pajęczych w wybranych miejscach okolic Legnicy. Badania prowadzono z wykorzystaniem tych samych metod, które były opisane we wcześniejszej piątej publikacji, uwzględniającej skaningową mikroskopię elektronową z EDX oraz ICP-MS. Wyniki uzyskane z obu zastosowanych metod analiz są w publikacji piątej i szóstej zbieżne tj. – frakcja cząstek dużych (prawdopodobnie powyżej 10 μm) zawierała, głównie składniki pyłów pochodzenia naturalnego, natomiast drobna (być może poniżej 2.5 μm) składała się przede wszystkim z cząstek pochodzenia antropogenicznego i zawierała As, Cu, Cd, Ni, Pb oraz Zn. Dla uzyskanych wyników stężeń wybranych metali wykonano obliczenia rakotwórczej i nierakotwórczej oceny ryzyka zdrowotnego. Otrzymano informację o negatywnym wpływie zanieczyszczeń powietrza na zdrowie ludzi. Wartością naukową publikacji jest wskazanie źródeł zanieczyszczeń powietrza we frakcji pyłów większych oraz mniejszych z uwzględnieniem oceny ich ryzyka zdrowotnego.

Wskazana w dorobku Doktorantki kolejna (siódma) publikacja zatytułowana: „Biomonitoring z wykorzystaniem sieci pajęczych - jakość powietrza i ocena narażenia zdrowotnego” opublikowana





w Zeszytach Naukowych Szkoły Głównej Służby Pożarniczej dotyczy realizacji celu oceny ryzyka zdrowotnego na podstawie analizy stężenia pierwiastków potencjalnie toksycznych, które w czasie dwumiesięcznej ekspozycji sieci pajęczych zostały na niej zakumulowane. Tym razem badania prowadzono we Wrocławiu. Analizę stężenia trzech wybranych pierwiastków (Fe, Pb i Zn) przeprowadzono, wykorzystując absorpcyjną spektrometrię atomową z atomizacją w płomieniu (FAAS). Ocena narażenia zdrowotnego została przeprowadzona z uwzględnieniem modelu US EPA. Wartością naukową omawianej publikacji jest wykazanie użyteczności sieci pajęczej jako bioindykatora umożliwiającego prowadzenie badań dla oceny narażenia zdrowotnego pierwiastków potencjalnie toksycznych pobranych z opadowych pyłów stanowiących zanieczyszczenia powietrza.

Ostatnia – ósma, przedłożona do dorobku naukowego Pani magister Agnieszki Trzyna publikacja pt.: "Comparison of active and passive methods for atmospheric particulate matter collection: From case study to a useful biomonitoring tool." opublikowana w *Chemosphere*, porusza zagadnienie porównania zawartości pierwiastków potencjalnie toksycznych w pyłach osadzonych na sieciach pajęczych z pyłami PM_{2.5} pobranymi przy użyciu aktywnej metody poboru zanieczyszczeń powietrza. Oprócz sieci pajęczych zastosowano drugi bioindykator – porosty. Badania prowadzono w Legnicy. Wybrano siedem pierwiastków w celach porównawczych: Zn, Pb, Cu, Cd, Ni, As oraz Fe. Zawartość poszczególnych pierwiastków w pobranych pyłach analizowano z użyciem spektrometrii mas sprzężonej z plazmą wzbudzoną indukcyjnie (ICP – MS) oraz optyczną spektrometrią emisyjną ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP – OES). Dla porównania otrzymanych wyników stężeń badanych pierwiastków w pyłach pobranych różnymi metodami, zastosowano metodę statystyczną PCA, która jest powszechnie stosowana do porównywania danych o dużym zróżnicowaniu. Pozwoliło to na zaobserwowanie podobieństw pochodzących z głównych źródeł zanieczyszczeń: huty miedzi oraz transportu. Wykazano, iż sieci pajęczce są lepszym bioindykatorem pyłowych zanieczyszczeń powietrza, aniżeli porosty.

Podsumowując dorobek naukowy Doktorantki można z całą pewnością wskazać, iż wykazała użyteczność wykorzystania bioindykatora w postaci sieci pajęczych do oceny jakości powietrza pierwiastkami potencjalnie toksycznymi. Porównanie analiz pyłów opadowych na sieciach pajęczych z pyłami PM₁₀ i PM_{2.5}, daje zbieżne informacje na temat głównych źródeł zanieczyszczeń powietrza, może więc być stosowane do wstępnych ocen jakości powietrza.





Uwagi krytyczne

Zagadnienia poruszone w dysertacji, choć ważne, noszą oznaki opracowania pisanego w pośpiechu, stąd w odczuciu recenzentki zawierają skróty myślowe. Pierwsze oznaki widać już w sprecyzowaniu celów badawczych. Cel główny pracy w postaci oceny skuteczności zastosowania sieci pajęczych jest dobrze określony i uwzględnia opis dwóch metod porównawczych (pasywnej i aktywnej). Podobnie cel uwzględniający porównanie narzędzi stosowanych w biomonitoringu jest prawidłowo określony i uwzględnia opis zastosowanych bioindykatorów (sieci pajęczej i porostów). Natomiast kolejne cele tj. analiza zanieczyszczeń pyłowych czy ocena ryzyka zdrowotnego są potraktowane zdawkowo. Brakuje informacji, w jaki sposób cel ten będzie realizowany. Czy będzie on dotyczył związków organicznych, czy mineralnych? Czy będą brane pod uwagę metale potencjalnie toksyczne, czy inne składowe? Jak Doktorantka planuje zrealizować cel prowadzący do oceny ryzyka zdrowotnego? Jak zamierza zrealizować hipotezę badawczą dotyczącą wskazania źródeł zanieczyszczeń wraz z ich ilościowym oznaczeniem?

Pierwsza publikacja jest właściwie dobrana, ponieważ uwzględnia potrzebę prowadzenia analiz w celu oceny jakości powietrza. Wskazuje również na możliwość wykorzystania sieci pajęczych do założonych w temacie pracy doktorskiej badań.

Przedstawiona druga publikacja odnosi się do analiz pyłów zawieszonych, zwłaszcza frakcji drobnej tzw. respirabilnej. Uzyskane z analiz wyniki, zostały w bardzo dobry sposób wykorzystane w celu wskazania głównych źródeł zanieczyszczeń powietrza uzależnionych od zmienności sezonowej pobranych do analiz pyłów PM_{2.5}. Przeanalizowana została frakcja węglowa wraz z wykonaniem analiz izotopowych węgla. Publikacja jest bardzo dobra, ale nie wnosi treści merytorycznych do postawionych w dysertacji celów porównawczych. Nie mamy żadnej innej publikacji w dalszej części dysertacji, wykorzystujących przedstawioną w tej publikacji metodykę badań. Ciekawym byłoby wykorzystanie tych metod w badaniach pyłów akumulowanych na sieciach pajęczych. Takich badań w rozprawie nie przedstawiono. Dlatego zdaniem recenzentki publikacja ta nie ma odniesienia do tezy i hipotezy przedstawionej w rozprawie doktorskiej.

Ilość przedłożonych w dysertacji publikacji jest na tyle duża, że usunięcie tej jednej pozycji z całości rozprawy w niczym nie ujmuje dorobku naukowemu Doktorantki.

Recenzentka nie wnosi też uwag krytycznych do trzeciej przedłożonej publikacji, która została szczegółowo omówiona we wcześniejszym rozdziale recenzji i w pełni wpisuje się w temat rozprawy doktorskiej.



Kolejne wątpliwości pojawiają się na stronie 67 przy omawianiu czwartej publikacji i stronach 89 - 90, przy omawianiu piątej publikacji. Strona 67 zawiera porównanie wyników kumulacji pierwiastków toksycznych na sieciach pajęczych z danymi uzyskanymi z analizatora Horiba PX-375, dostarczającym w czasie rzeczywistym informacji o stężeniu tych samych analizowanych pierwiastków w pyłach PM₁₀. Wykazano, iż opisywane w publikacji pierwiastki zakumulowane na sieciach pajęczych miały wyższe stężenia, aniżeli ich koncentracje w pyłach PM₁₀ z analizatora Horiba PX-375. Doktorantka pisze: „W przypadku biomonitoringu z wykorzystaniem sieci pajęczych większe cząsteczki oraz agregaty nie zostały wykluczone, co spowodowało wzrost ilości zakumulowanych pierwiastków. Kolejnym wytłumaczeniem otrzymanych wyników może być fakt, że bardzo drobne cząsteczki nie są w stanie zakumulować się na sieciach pajęczych z uwagi na specyficzne ułożenie nitek sieci, uniemożliwiających ich adsorpcję.” Ale już dalej w swojej dysertacji - na stronie 90 czytamy sformułowany z piątej publikacji wniosek: „Cząsteczki zakumulowane na sieciach pajęczych zdominowane były przez drobniejszą frakcję, a ich charakterystyka mineralogiczna wykazała, że były to głównie cząsteczki pochodzenia antropogenicznego.”

W tym miejscu mam zatem pytanie do Doktorantki, co rozumie pod pojęciem większe cząsteczki? Jak należy rozumieć użycie pojęcia frakcji drobnej? Czy są to cząsteczki porównywalne z frakcją pyłów PM₁₀?, czy może PM_{2.5}? A może jeszcze inna wielkość? Dlaczego raz cząsteczki są na sieciach, a innym razem przez nią przechodzą? Wielkość zatrzymywanej frakcji na sieciach pajęczych jest bardzo ważna. Czy zatem zastosowanie sieci pajęczych z różnych rodzin pajaków mogłoby posłużyć do wychwytywania cząstek o różnej wielkości? Myślę, że Doktorantka rozwinie bardziej ten temat w odpowiedzi na niniejszą recenzję i w ten sposób uzupełni skróty myślowe, które wkrały się w tekst dysertacji.

Kolejna piąta publikacja dostarcza informacji dotyczących składu zanieczyszczeń pyłowych pobranych na sieciach pajęczych przez okres 3 miesięcy. Doktorantka porównuje dwie metody badań: skaningową mikroskopię elektronową wyposażoną w EDX, która jest stosowana do analizy chemicznej pojedynczych cząstek pyłów z analizą chemiczną przeprowadzoną przy użyciu ICP – MS dostarczającej informacji o składzie chemicznym z całości próby pyłów przeznaczonej do analizy. Zdaniem recenzentki ciekawym porównaniem wyników z obu różnych metod badań było zastosowanie narzędzi statystycznych w publikacji, które niewątpliwie pomagają w formułowaniu wniosków.

Podobnie, zastosowanie narzędzi statystycznych w wykazanej ósmej publikacji pozwoliło na

wyciągnięcie ciekawych wniosków.

W tym miejscu mogę stwierdzić, iż umiejętność zastosowania odpowiednich narzędzi statystycznych do interpretacji uzyskanych wyników analiz świadczy o dojrzałości naukowej Doktorantki.

Na zakończenie uwag krytycznych wspomnę jeszcze o kilku drobnych błędach dotyczących bibliografii. Na srt. 8 zauważono dwukrotne powtórzenie imienia i nazwiska jednego ze współautorów (Wojciecha Bartz). Brakuje też w spisie literatury publikacji Rachwał i in. 2018 cytowanej na stronie 12, wiersz 5 i 6 od góry. W spisie literatury na str. 156 są podawane dwie publikacje Rybak i in. 2019 bez wyróżnienia na 2019a i b, podobnie Stojanowska i in. 2021 bez rozróżnienia na 2021a i b.

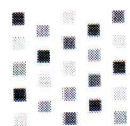
Mimo przedstawionych uwag krytycznych, stwierdzam, iż cała przedłożona do oceny rozprawa doktorska Pani magister Agnieszki Trzyna jest przygotowana dobrze. Cele badawcze i hipoteza są dobrze dobrane do omawianych w pracy zagadnień. Przedstawiony przez Doktorantkę zbiór publikacji do dorobku naukowego rozprawy doktorskiej w pełni odpowiada postawionym tezom badawczym. Recenzent ma jedynie zastrzeżenie do wpisania na listę dorobku naukowego publikacji drugiej, która jest bardzo dobra, jednak w opinii recenzentki nie pasuje do tematu pracy. Pierwsza część tytułu rozprawy doktorskiej dotyczy oceny skuteczności zastosowania sieci pajęczych poprzez wykonanie badań porównawczych. Zastosowanie badań frakcji węglowej i relacje jej wzajemnych składników w pyłach PM_{2.5} (publikacja 2) nie mają niestety porównania w wykorzystaniu tej metody analiz w sieciach pajęczych. Ta drobna uwaga nie wpływa na ogólne wrażenie merytoryczne dobrego dorobku naukowego Pani magister Agnieszki Trzyna.

Podsumowanie

Wybór tematu: „Ocena skuteczności zastosowania sieci pajęczych poprzez wykonanie badań porównawczych (pyłomierz vs. sieci pajęczce) przy ocenie jakości powietrza wybranego rejonu”, należy uznać za trafny zarówno pod względem aplikacyjnym, jak i poznawczym. Postawione przez Panią magister Agnieszkę Trzyna hipotezy i cele badawcze, zostały w pełni zrealizowane.

Doktorantka:

a) opracowała metodykę oceny jakości powietrza z zastosowaniem sieci pajęczych poprzez wykonanie badań porównawczych,





- b) wykazała, że opracowana przez nią metodyka może mieć szerokie zastosowanie w ocenie jakości powietrza w wybranych obszarach,
- c) wskazała, że wykorzystanie opracowanych przez nią metod analiz pierwiastków potencjalnie toksycznych w pyłach akumulowanych na sieciach pajęczych można wykorzystać do oceny narażenia na zdrowie,
- d) nabyła niezbędnej wiedzy i umiejętności w prawidłowej interpretacji otrzymanych wyników analiz, w zakresie omawianej tematyki, którą potrafi wykorzystać w podejmowaniu kolejnych wyzwań naukowych,
- e) wykazała zdolność samodzielnego rozwiązywania zadań i problemów naukowych.

Podsumowując, stwierdzam, że Pani magister Agnieszki Trzyna w swojej rozprawie doktorskiej prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Wykazała oryginalne wykorzystanie bioindykatora – sieci pajęczych do oceny jakości powietrza w wybranych rejonach. Potrafi umiejętnie korzystać z narzędzi statystycznych do interpretacji uzyskanych wyników analiz. Wskazane osiągnięcia naukowe Doktorantki dają nowe możliwości poznawcze i badawcze w dyscyplinie naukowej: inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

Pracę oceniam pozytywnie i stwierdzam, że rozprawa doktorska Pani magister Agnieszki Trzyna spełnia warunki określone w art. 187 ust.1 i 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (tj. Dz.U. z 2022 r., poz.574 z późn. zm.).

Wnoszę zatem do Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Politechniki Wrocławskiej o dopuszczenie Pani magister Agnieszki Trzyna do dalszego etapu postępowania kwalifikacyjnego w celu uzyskania stopnia doktora.

Z poważaniem

