

Opole, dn.26.11.2024 r

dr hab. inż. Maria Wrzuszcak

**Recenzja osiągnięć naukowych oraz aktywności naukowej dr inż. Jarosława Nęckiego
w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego
w dziedzinie nauk inżynieryjno – technicznych w dyscyplinie naukowej
Inżyniera Środowiska, Górnictwo i Energetyka**

Podstawa prawna wykonania recenzji

Zawiadomienie nr 19/10/D08/2024 o wyznaczeniu mnie na recenzenta i członka Komisji Habilitacyjnej w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego dr inż. Jarosławowi Nęckiemu (recenzent wyznaczony przez Radę Doskonałości Naukowej) – pismo z dnia 15.10.2024 Prorektora Politechniki Wrocławskiej Prof. dr hab. inż. Dariusza Łydzby oraz zlecenie Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej Inżyniera Środowiska, Górnictwo i Energetyka, Politechniki Wrocławskiej Prof. dr hab. inż. Roberta Króla na podstawie uchwały Rady Dyscypliny z dnia 9 października 2024 (pismo RDND08/33/2024).

Przedmiotem recenzji zgodnie z aktualnie obowiązującymi przepisami jest monografia naukowa Habilitanta pod tytułem:

„Szacowanie emisji metanu na terenie województwa śląskiego przy użyciu analizatorów mobilnych”, wydana przez Wydawnictwa AGH, 2024, ISBN 978-83-67427-72-2, e-ISBN 978-83-67427-73-9,

oraz istotna aktywność naukowa, w tym wskazane przez kandydata osiągnięcia naukowe, działalność popularyzatorska, współpraca krajowa i międzynarodowa, uzyskane nagrody i wyróżnienia.

Przygotowana przez Habilitanta dokumentacja wniosku zawiera następujące załączniki:

- Załącznik 1: Monografia w wersji cyfrowej (plik pdf)
- Załącznik 2: Dane wnioskodawcy;
- Załącznik 3: Autoreferat,
- Załącznik 4: Wykaz osiągnięć naukowych,
- Załącznik 5: Kopia dokumentu potwierdzającego posiadanie stopnia doktora – skan odpisu dyplomu.

Przedstawienie podstawowych danych o kandydacie

Dr inż. Jarosław Nęcki

w 1992 r - uzyskał stopień naukowy magister inżynier ze specjalnością Podstawowych Problemów Techniki na Wydziale Fizyki i Techniki Jądrowej, Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie. Tytuł pracy: „Wykonanie i testy próbnika atmosferycznego dwutlenku węgla do pomiarów izotopowych”.

W 1998 r – uzyskał stopień naukowy doktor nauk fizycznych w dyscyplinie Fizyka, specjalność Fizyka Środowiska, Akademia Górniczo-Hutnicza im. S. Staszica w Krakowie, tytuł pracy doktorskiej: „Ocena emisji gazów cieplarnianych w skali lokalnej i kontynentalnej w oparciu o dane ze stacji pomiarowej na Kasprowym Wierchu”.

Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych.

W latach 1997 – 1998 Habilitant pracował w Instytucie Fizyki Jądrowej PAN w Krakowie na , stanowiskach: od 1997 roku jako specjalista, od 1998 jako starszy specjalista,

od roku 1998 po uzyskaniu stopnia doktora do obecnie pracuje w Akademii Górniczo-Hutniczej im. S. Staszica w Krakowie na stanowisku adiunkt.

Informacja o obowiązujących przepisach prawa na dzień wszczęcia ocenianego postępowania habilitacyjnego

Podstawowy akt prawny to Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce (Dz. Ustaw z 2020r poz.85, z późn. zm.). Art. 219 tej Ustawy określa warunki nadania stopnia doktora habilitowanego.

INFORMACJA O OCENIANYCH OSIĄGNIĘCIACH NAUKOWYCH

Osiągnięciem o którym mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.) zgłaszanym do nadania stopnia doktora habilitowanego jest monografia naukowa : Jarosław Nęcki, „Szacowanie emisji metanu na terenie województwa śląskiego przy użyciu analizatorów mobilnych” , Wydawnictwa AGH, 2024, str. 1 – 274, ISBN 978-83 67427-72-2.

W Autoreferacie Habilitant streścił zawartość przedłożonej do oceny monografii naukowej oraz podkreślił swój indywidualny wkład w rozwój badań emisji metanu w kraju oraz na arenie międzynarodowej. Przedstawił również wykaz publikacji z okresu kariery zawodowej związany z tematyką monografii, przytoczony zgodnie z wyszczególnieniem znajdującym się w repozytorium publikacji naukowych pracowników Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie (<https://bpp.agh.edu.pl/autor/necki-jaroslaw-03656>).

Metan (CH₄) jest bardzo istotnym składnikiem atmosfery Ziemi. Jego średnie stężenie w powietrzu to zaledwie 2 ppm, jednakże jest on w dużym stopniu odpowiedzialny za efekt cieplarniany w atmosferze naszej planety. Metan może pochodzić ze źródeł naturalnych lub antropogenicznych.

Jego potencjał cieplarniany w odniesieniu do okresu 20 lat jest około 80-krotnie wyższy niż dwutlenku węgla. Ograniczenie jego emisji otrzymało priorytet w trakcie negocjacji międzyrządowych na konferencji ONZ w sprawie zmian klimatu (COP26) odbywających się w Glasgow w 2021 roku. W przypadku tego gazu obniżenie emisji będzie znacznie szybciej oddziaływać na zwolnienie tempa wzrostu stężenia atmosferycznego CH₄ niż w przypadku działań związanych z ograniczeniem emisji CO₂. Podjęte na konferencji COP26 decyzje wiążą się ze zmianami w zakresie technik wydobycia i dystrybucji gazu ziemnego, wydobycia węgla, gospodarki odpadami i technologii rolnych. W każdym z tych obszarów należy dokonać inwentaryzacji bieżącej emisji metanu i doprowadzić do jej obniżenia.

Wymaga to wdrożenia technik pomiaru stężenia CH₄ i określania ilości metanu emitowanego do atmosfery.

W latach 2020-2023 Habilitant brał udział w negocjacjach tzw. dyrektywy metanowej Unii Europejskiej jako ekspert w zakresie szacowania emisji metanu do atmosfery. W trakcie współpracy z politykami, prawnikami i organizacjami pozarządowymi zauważył, jak stwierdza w autoreferacie, brak materiałów informacyjnych dotyczących metodyki pomiaru stężenia metanu i wyznaczania emisji metanu zrozumiałych dla szerokiego grona osób, również dla osób bez wykształcenia technicznego.

W Autoreferacie Autor podkreśla, że tematyką pomiarów stężenia gazów cieplarnianych w atmosferze Ziemi zajmuje się od trzydziestu lat. Dowodem są między innymi: temat pracy magisterskiej, temat pracy doktorskiej jak również publikowane wyniki badań w specjalistycznych czasopismach krajowych i międzynarodowych (ich wykaz w załączniku 4). Autor prowadził badania stężenia metanu w stacji na Kasprowym Wierchu od roku 2004 (od roku 2006 pomiary rejestrowane są w sposób ciągły). Prowadził również badania w międzynarodowych zespołach w innych krajach Europy (Niemcy, Hiszpania) w ramach staży naukowych lub realizacji grantów oraz na Półwyspie Arabskim.

Podstawowym problemem naukowym dyskutowanym w monografii jest możliwie precyzyjne określenie wielkości antropogenicznych emisji metanu do atmosfery na wybranym obszarze województwo śląskiego. Habilitant przedstawił i przeanalizował wyniki badań mobilnych przeprowadzonych w latach 2018–2022 w różnych miejscach województwa śląskiego (w pobliżu kopalń, nad wysypiskiem śmieci, w pobliżu sieci dystrybucyjnej gazu ziemnego).

Rocznie ukazuje się kilkaset specjalistycznych publikacji naukowych związanych z tematyką pomiarów stężenia i emisji metanu, jednak niewiele jest prac przekrojowych, prezentujących różne metody pomiarowe i wszelkie możliwości techniczne dostępne dla badaczy, techników i inżynierów odpowiedzialnych za pomiary emisji gazów, w szczególności metanu do atmosfery. Lukę tę wypełnia niniejsza publikacja.

Przedłożona do recenzji monografia jest bardzo obszerna. Składa się z 274 stron podzielonych na sześć rozdziałów oraz bibliografii zawierającej 762 pozycje. Na końcu dołączono zestawienie tabelaryczne (Tabela 2.3) wyników kalibracji dziesięciu wzorców wykonanych przez 12 systemów pomiarowych (analyzerów) umieszczonych w różnych krajach podczas interkalibracji w trakcie projektu ROMEO.

W rozdziale 1 będącym wprowadzeniem do publikacji Autor określa czynniki fizyczne wpływające na skład atmosfery oraz opisuje stan badań w tym zakresie w Polsce na przykładzie stacji pomiaru stężenia gazów śladowych na Kasprowym Wierchu oznaczanej w nomenklaturze międzynarodowej KASLAB. Przedstawia problematykę regionalnego i globalnego bilansu emisji metanu.

Rozdział 2 zatytułowany „Metody pomiaru stężenia atmosferycznego metanu” opisuje kolejno metody takie jak: chromatografia gazowa z detektorem płomieniowo-jonizacyjnym FID (ang. flame ionisation detector), z detektorem TCD (ang. thermal conductivity detector), z detektorem z wyładowaniem impulsowym PDD (ang. pulsed discharge detector), oraz z detektorem z jonizacją helu i wyładowaniem impulsowym PDHID (ang. pulsed discharge helium ionisation detector), oceniając ich przydatność do pomiaru małych stężeń metanu. Kolejno opisano kwadrupolowy

spektrometr masowy oraz kolumny chromatograficzne (pakowane, mikropakowane, kapilarne) będące, główną częścią aparatury do rozdzielania mieszanin na poszczególne składniki.

Następnie przedstawione są niechromatograficzne metody pomiaru stężenia metanu, czyli pomiary z wykorzystaniem czujników. Autor opisał stosowane powszechnie od kilkudziesięciu lat w górnictwie oraz w gazownictwie czujniki pellistorowe jak również rozwijane intensywnie w ostatnich 40-tu latach technologie produkcji czujników półprzewodnikowych oraz czujników optycznych. Autor zamieścił w monografii obszerne zestawienia danych katalogowych elektronicznych czujników metanu różnych producentów (4-ro stronicowa tabela 2.1) analizując ich przydatność do pomiaru stężenia metanu w powietrzu atmosferycznym. Niektóre z nich np. TGS2611 firmy Figaro wykonane są w technologii grubowarstwowej i posiadają wewnątrz element grzejny + element gazoczuły SnO_2 . Inne budowane są na bazie tranzystorów polowych lub w technologii MEMS (ang. micro electromechanical systems). Z kolei zaletą czujników optycznych jest brak elementów grzejnych i bardzo niskie zużycie energii.

W latach dziewięćdziesiątych XX wieku chromatografia gazowa była najbardziej precyzyjną techniką określania stężenia metanu w atmosferze a obecnie to analizatory optyczne stanowią grupę instrumentów pomiarowych o największej dokładności (szczególnie do badań w zakresie podczerwieni).

Obszerne omówienie optycznych metod pomiaru stężenia metanu w powietrzu umieszczono w podrozdziałach 2.3 – 2.7 przedstawiając analizatory laserowe z różnymi źródłami światła laserowego i kolejne kroki rozwoju tych metod. Habilitant stwierdza, że w zakresie atmosferycznych stężeń metanu analizatory laserowe oparte na diodach laserowych o modyfikowanej długości fali są obecnie najbardziej precyzyjnymi urządzeniami dostępnymi na rynku.

Bardzo ważnym zagadnieniem jest kalibracja aparatury do pomiarów stężenia metanu. Tej problematyce poświęcony jest p. 2.8. Autor przedstawia jak uzyskać wzorce do kalibracji przyrządów, jak określa się niepewność pomiaru stężenia metanu w powietrzu oraz opisuje międzynarodowe pomiary porównawcze stężenia CH_4 i emisji w których brał udział.

Rozdział 3 zatytułowany „Metodyka badań emisji metanu” uwzględnia zmienność przestrzenną i czasową parametrów fizycznych atmosfery i przedstawia pośrednie i bezpośrednie metody badania wielkości emisji oraz ich walidację. Do metod pośrednich Autor zalicza kowariancję wirów, tomografię atmosfery z wykorzystaniem lasera, metodę znacznikową, metodę odwrotnego modelu Gaussa, bilans masy. Jedną z metod walidacji emisji metanu jest kontrolowane uwalnianie gazu. Inne, to metody bazujące na symulacjach komputerowych z wykorzystaniem odpowiednich modeli matematycznych.

Jako atmosferę Autor rozumie dolną troposferę (do wysokości 2 km), a zmienność czasowa analizowanych przez Autora zjawisk w atmosferze obejmowała zarówno procesy, które zachodziły w ciągu kilku dekad, jak i te trwające zaledwie kilka sekund. Stała czasowa zachodzących w atmosferze procesów może być zupełnie inna dla procesów fizycznych i chemicznych. Metan, pomimo zakwalifikowania go do gazów krótkotrwałych, jest gazem relatywnie stabilnym o średnim czasie życia w atmosferze na poziomie od 9 do 12 lat. Czas ten jest przede wszystkim związany ze stałą reakcji z rodnikami $\text{OH}\cdot$. Jego stężenie rejestrowane na Kasprowym Wierchu nie zmieniało się w ciągu roku nie więcej niż 25 ppb, jednakże w pobliżu silnych źródeł metanu takich jak np. szyby wentylacyjne kopalni węgla kamiennego, jego stężenie zmieniało się od 2 ppm do 1000 ppm w czasie kilku sekund.

Należy podkreślić, że rozkład przestrzenny stężenia metanu oraz skale czasowe procesów dyfuzji wirowej w atmosferze są wysoce niehomogeniczne. Wynikają stąd trudności określenia wartości strumienia metanu wydzielanego do atmosfery w określonym czasie.

Autor podaje, że średni roczny wzrost stężenia metanu w europejskiej troposferze to około 5 ppb/rok w okresie ostatnich 25 lat obserwacji.

Rozdział 4 „Mobilne pomiary stężenia metanu” to część publikacji bezpośrednio związana z tytułem monografii, w której Autor opisał swoje badania przeprowadzone na Górnym Śląsku w latach 2018–2022. W tej części Habilitant po krótkim wstępie o historii badań stężeń metanu w kopalniach węgla kamiennego na Śląsku wyszczególnił takie zagadnienia jak: badania szczelności sieci dystrybucyjnej gazu ziemnego, badania przesiewowe w pobliżu potencjalnych punktowych źródeł emisji metanu związanych z dystrybucją gazu ziemnego, badania emisji metanu związane z zakończonymi pracami górniczymi, badania emisji powierzchniowej metanu związanej z gospodarką odpadami, badania emisji punktowej metanu z szybów wentylacyjnych. (Autor nie zajmował się emisją metanu związaną z gospodarką rolną i hodowlą bydła). Po zarejestrowaniu danych pomiarowych Autor zastosował modele dyspersji i akumulacji do wyznaczenia natężenia emisji lub powierzchniowej gęstości strumienia metanu.

Wyniki badań przedstawił w formie zarejestrowanych pomiarów zmian stężenia metanu w powietrzu w trakcie przejazdu określoną trasą (rys.4.1., rys.4.3.) oraz modele matematyczne do ich analizy, przykładowo do zarejestrowanego sygnału zmian stężenia metanu od położenia analizatora dopasowywana jest funkcja rozkładu przestrzennego Gaussa.

Do interpretacji jakościowej wyników badań mobilnych wykorzystywał skrypty pozwalające na tzw. mapowanie, czyli przedstawienie graficzne rozkładu przestrzennego stężeń metanu na tle mapy. Taka mapa, wraz z przybliżonymi wartościami stężenia metanu interpolowanymi metodą gaussowskiego krigingu dla rejonu centrum Katowic wykorzystująca dane z 2018 roku jest przedstawiona na rysunku 4.12. Kolor czerwony oznacza rejon o znacznie podwyższonym stężeniu metanu. Na rysunku 4.22. z kolei przedstawiono mapę rozkładu stężenia metanu w okolicach szybu wentylacyjnego jednej z kopalń.

Na podstawie wyników swoich pomiarów Habilitant obliczył emisję sumaryczną z danego rodzaju źródeł metanu w skali całego regionu Górnego Śląska, korzystając z modelowania dyspersyjnego. Stwierdził, że najwięcej metanu do atmosfery wydostaje się z szybów wentylacyjnych wydechowych i stacji odmetanowania kopalń.

Przeprowadzone badania, pomiary, obliczenia i analizy wyników zostały szczegółowo opisane i udokumentowane w monografii z uwzględnieniem wszelkich wielkości wpływających i mogą być cennym źródłem informacji o rozkładzie przestrzennym stężenia metanu na Śląsku jak również do badań porównawczych w przyszłości.

Rozdział 5. „Pomiary bilansu metanu z wykorzystaniem platform satelitarnych” przedstawia możliwości jakie daje współczesna technika z wykorzystaniem danych zarejestrowanych przez satelity ziemskie i wykorzystanie technologii internetowych. Autor opisuje satelity wyposażone w spektrofotometrię: satelita Sentinel-5P, satelita GOSAT, satelita GHGSat Claire i inne. Przedstawia jak można uzyskać dostęp do ich danych, podaje przykładowe obliczenia wielkości emisji metanu w różnych miejscach globu koncentrując się na obszarze Górnego Śląska oraz porównuje te wyniki ze

swoimi wynikami uzyskanymi z pomiarów mobilnych. Analizuje przyczyny ich rozbieżności oraz niepewność pomiarów.

Rozdział 6 stanowi podsumowanie monografii. Habilitant stwierdza, że:

- stacje pomiarowe wykonujące monitoring stężenia metanu mogą być wykorzystywane do określania globalnego, kontynentalnego i regionalnego bilansu metanu,
- wyniki pomiarów rejestrowanych przez stacje KASLAB z Kasprowego Wierchu związane są z emisjami występującymi w regionie Śląska. Ich rozprzestrzenianie się może być modelowane z wykorzystaniem Lagranżowskich modeli transportu gazów.

Autor informuje również, że zapis stężeń CH_4 w atmosferze rejestrowanych przez stację KASLAB był podstawą do określenia pionowych rozkładów stężenia metanu w atmosferze Europy Środkowej przez platformy satelitarne GOSAT oraz GOSAT-2 (japońskie platformy satelitarne – greenhouse gases observing satellite [<https://www.gosat.nies.go.jp>]). Przewiduje się, że w przyszłości powierzchniowe emisje metanu będą wykrywane i kwantyfikowane z orbity. Stacje monitorujące atmosferyczne stężenia metanu w warstwie powierzchniowej atmosfery, takie jak stacja KASLAB i stacja BIK w Białymstoku, odgrywać będą istotną rolę jako stacje referencyjne umożliwiające bieżącą kalibrację danych satelitarnych.

Ocena monografii

Zagadnienie bilansowania metanu w atmosferze jest bardzo ważne dla procesów zachodzących w skali globalnej. Na przykładzie wyników pomiarów stężenia metanu w różnych miejscach Województwa Śląskiego Habilitant przedstawił metody wyznaczania wartości emisji metanu do atmosfery.

Dane o emisji metanu do atmosfery dostępne w większości baz danych są obliczane z wykorzystaniem współczynników przyjętych do określonych procesów technologicznych i przemysłowych związanych z potencjalnymi emisjami tego gazu do atmosfery.

Wartości emisji mogą być obliczane także za pomocą modelowania transportu metanu ze źródeł powierzchniowych w oparciu o zmierzony rozkład stężeń metanu. Część zidentyfikowanych źródeł CH_4 charakteryzuje się znaczną rozbieżnością przypisywanych im emisji, w zależności od stosowanej metody do jej oceny. Zadaniem tworzonych współcześnie międzynarodowych zespołów naukowych jest uzgodnienie stanu faktycznego i ewentualnego uściślenia współczynników technologicznych atmosferycznego bilansu metanu.

Na całym świecie podejmowane są niezależne badania grup naukowych mające na celu weryfikację zgłaszanych do baz danych informacji przez odpowiedzialne podmioty. Mimo że pomiary chwilowego stężenia czy strumienia metanu nie mogą być porównywane z rocznymi danymi o emisji CH_4 , wysoka rozdzielczość czasowa i przestrzenna jest ważnym zagadnieniem badawczym.

Habilitant dobrał metody pomiarowe i metody badawcze adekwatnie do wielkości stężenia metanu w atmosferze ziemskiej. Śledził nowości techniczne stosując je w praktyce do pomiarów i rejestracji wyników. Stosował różne zaawansowane metody analizy uzyskanych danych pomiarowych.

W tabeli 1.5 Autor wyszczególnił podstawowe składowe antropogenicznego bilansu metanu dla Polski a w tablicy 6.1 umieścił porównanie wyników antropogenicznych uwolnień metanu na

terenie województwa śląskiego wyznaczonych z pomiarów z danymi pochodzącymi z innych źródeł. (Tab.6. 1. *Wyniki szacowania emisji metanu ze źródeł antropogenicznych związanych z dystrybucją gazu ziemnego, wydobyciem i składowaniem węgla, składowaniem odpadów, wyrażone w kilotonach metanu rocznie*).

Autor podał, że całkowita emisja metanu do atmosfery w roku 2021 z obszaru Polski szacowana była na 2372 kt, znaczny udział procentowy w tej masie miała emisja z obszaru Górnego Śląska.

Obliczenia oparte na zarejestrowanych stężeniach zostały porównane z wartościami emisji dostępnymi w literaturze, a także w nielicznych bazach danych. Niektóre źródła emisji metanu, jak na przykład z sieci dystrybucyjnej gazu ziemnego na terenie województwa śląskiego nie były wcześniej weryfikowane eksperymentalnie. Największy nacisk położono na emisję związaną z nieszczelnościami sieci dystrybucji gazu ziemnego.

W monografii wykorzystano także statystyczne podejście do agregacji danych prezentując wyniki badań prowadzonych na obszarze Górnego Śląska. Uwzględniono różne typy źródeł – zarówno punktowe jak i powierzchniowe.

Habilitant posiada wieloletnie doświadczenia związane z analizą powietrza atmosferycznego. W Autoreferacie podał, że w 1996 roku, pracując w Instytucie Fizyki Jądrowej PAN w Krakowie zainstalował chromatograf gazowy w Wysokogórskim Obserwatorium Meteorologicznym IMGW na Kasprowym Wierchu. Stacja ta prowadzi monitoring gazów cieplarnianych w atmosferze do dnia dzisiejszego. Wyniki prowadzonych tam pomiarów stężenia metanu stanowią jeden z najdłuższych takich zapisów na kontynencie Europejskim i najdłuższy zapis zmian stężenia tego gazu w atmosferze nad Polską.

W latach 90-tych XX wieku Habilitant uczestniczył w pierwszych w Polsce mobilnych pomiarach przestrzennego rozkładu stężenia metanu w powietrzu na dużym obszarze wykorzystując dostępne wówczas przenośne analizatory. W następnych latach rozwój spektrofotometrii laserowej i wnęk optycznych sprzężonych ze źródłem światła laserowego o dostrajanej długości fali zrewolucjonizował precyzyjne pomiary stężeń metanu w atmosferze. Doświadczenie to pozwoliło mu na prowadzenie międzynarodowych projektów badawczych zarówno na terenie Polski (m.in. Kraków, Górny Śląsk, Bełchatów, Podkarpacie) jak i w innych krajach.

Autor kierował badaniami prowadzonymi w Holandii na instalacjach gazu ziemnego należących do korporacji Shell, w Rumunii na instalacjach wydobywania ropy naftowej firmy OMV Petrom i instalacjach wydobywania gazu ziemnego RomGaz, w Emiratach Arabskich na instalacjach firmy ADNOC oraz w Omanie we współpracy z firmami PDO i Be'ah. W trakcie każdej z kampanii pomiarowych przeprowadzonych w ramach programów badawczych zadaniem było zidentyfikowanie lokalizacji źródeł emisji metanu oraz określenie jej wielkości.

Badania emisji gazów cieplarnianych, w tym metanu, są w Polsce bardzo potrzebne. Według wielkości ich emisji na poszczególne kraje nakładane są opłaty emisyjne oraz kary za przekroczenie deklarowanych wielkości przez instytucje Unii Europejskiej lub inne międzynarodowe instytucje, co bezpośrednio wpływa na ceny energii elektrycznej. W części globalnego bilansu metanu największe względne rozbieżności dotyczą emisji związanej z paliwami kopalnymi.

Ważnym osiągnięciem naukowym Habilitanta jest uzyskanie wzorców stężenia metanu.

Dr inż. Jarosław Nęcki jest twórcą pierwszej polskiej skali pomiarowej powiązanej z opisaną w monografii, obowiązującą obecnie międzynarodową skalą WMO-X2004 (WMO - Światowa Organizacja Meteorologiczna). Wykonał szereg wzorców odniesienia na potrzeby Laboratorium Gazów Ciepłarnianych WFiiS AGH w Krakowie, badań mobilnych i dla stacji KASLAB na Kasprowym Wierchu. Przygotowywał również mieszaniny kalibracyjne dla innych instytucji naukowych prowadzących pomiary stężenia metanu. Współpracuje z laboratorium ICOS-CAL (Integrated Carbon Observation System – calibration laboratory) w Jenie, Niemcy, gdzie znajduje się główne europejskie laboratorium kalibracyjne dla pomiarów atmosferycznych stężeń gazów cieplarnianych.

Rezultaty badań Habilitanta przedstawione w monografii oraz ich analiza stanowią znaczny wkład w rozwój badań nad emisją metanu i innych gazów cieplarnianych, metrologii oraz dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka.

Stwierdzam, że przedstawiona do oceny monografia dr inż. Jarosława Nęckiego spełnia wymogi przepisów Ustawy określających warunki nadania stopnia doktora habilitowanego.

OCENA AKTYWNOŚCI NAUKOWEJ

Ocena publikacji w czasopismach oraz prac opublikowanych jako rozdział w monografii

W załączniku 4 Habilitant umieścił wykaz 50 opublikowanych artykułów w czasopismach naukowych w latach 2006 – 2023. Są to w większości publikacje w języku angielskim w znaczących czasopismach wykazywanych w Web of Science i wysoko punktowanych na wykazach MNiSW/MEN. Niektóre z nich, to rozdziały w monografiach. Większość z nich, to publikacje współautorskie. Habilitant nie wyszczególnił jaki jest jego procentowy w nich udział. Część publikacji powstała na podstawie badań prowadzonych w ramach realizacji grantów krajowych i międzynarodowych.

Tematyka publikacji Habilitanta jest spójna i związana ogólnie mówiąc z emisją gazów cieplarnianych do atmosfery z różnych źródeł na terenie kraju i Europy.

Udział w komitetach organizacyjnych i naukowych konferencji krajowych lub międzynarodowych

- V Isotope Workshop, Kraków, 2000 – Konferencja Międzynarodowego Towarzystwa Izotopowego – organizator konferencji,
- 9th International Symposium on Non-CO2 Greenhouse Gases, 2023 – członek komitetu naukowego.

Uczestnictwo w pracach zespołów badawczych realizujących projekty finansowane w drodze konkursów krajowych lub zagranicznych

W pozyskiwaniu i realizacji grantów Habilitant wykazał się bardzo dużą aktywnością. W Autoreferacie oraz załączniku 4 wykazał udział w **15 grantach międzynarodowych i 8 grantach krajowych**. Oto niektóre z nich:

- a) Udział w wybranych projektach zagranicznych:
Projekty w toku realizacji:

1. Horyzont 2020 „CORSO” (Badania rozkładu stężenia 14CO_2 w atmosferze Europy – wsparcie modelowania składowej antropogenicznej dwutlenku węgla) – 2023 – obecnie – Kierownik zespołu AGH (współpraca międzynarodowa),

Projekty zrealizowane:

2. Horyzont 2020 „COCO-2” (Badania bilansu węgla na obszarach zurbanizowanych) 2021 – 2023 – Wykonawca w zespole AGH (współpraca międzynarodowa),

3. Horyzont 2020 „MEMO2” (Metan mobilnie, pomiary i modelowanie) 2017 – 2021 Kierownik zespołu AGH (współpraca międzynarodowa),

4. 7PR UE „InGOS” (Badanie zmienności czasowej i przestrzennej gazów szklarniowych z pominięciem dwutlenku węgla na terenie Europy) 2011 – 2015 – Kierownik zespołu AGH (współpraca międzynarodowa),

5. 7PR UE „GHG-EUROPE” (Konstrukcja bilansu podstawowych gazów szklarniowych w atmosferze na terenie Europy) 2009 – 2012 - Kierownik zespołu AGH (współpraca międzynarodowa),

6. 7PR UE COST „SIBAE” (Ocena wielkości wymiany dwutlenku węgla między atmosferą, ekosystemami lądowymi i wodnymi na obszarze zurbanizowanym Krakowa) 2010 – 2013 – Wykonawca w zespole AGH (współpraca międzynarodowa),

7. 6PR UE „IMECC” (Infrastruktura do badań bilansu dwutlenku węgla na obszarze Europy) 2007 - 2011 - Wykonawca w zespole AGH (współpraca międzynarodowa),

8. 6PR UE „EUROHYDROS” (Analizy bilansu atmosferycznego wodoru cząsteczkowego na terenie Europy) 2006-2009 – Wykonawca w zespole AGH (współpraca międzynarodowa),

9. 6PR UE „CARBOEUROPE IP” (Badanie obiegu węgla w środowisku – Pomiary CO_2) 2004– 2009 – Wykonawca w zespole AGH (współpraca międzynarodowa),

10. 5PR UE „Meth-Moniteur” (Badania bilansu metanu na terenie Europy) 2003 – 2005 – Wykonawca w zespole AGH (współpraca międzynarodowa),

11. 5PR UE „PRIMROSE” (Badania bilansu węgla na biologicznie czynnych oczyszczalniach ścieków) 2001 – 2003 – Wykonawca w zespole AGH (współpraca międzynarodowa),

12. 4PR UE „ESCOBA” (Pomiary gazów wpływających na bilans węgla na terenie Europy) 1996-1998 – Wykonawca w zespole AGH (współpraca międzynarodowa),

Powyższe **granty 1 – 12 stanowią projekty międzynarodowe w tym wszystkie dotyczą ramowych projektów Unii Europejskiej.**

b) Udział w wybranych projektach krajowych:

Projekty w trakcie realizacji:

13. Grant 2022/44/C/ST10/00112, „Monitoring środowiska na obszarach wydobywania węgla kamiennego: zastosowanie badań izotopowych strumieni metanu”, 2022 – obecnie – wykonawca w zespole AGH (projekt wspólnie z Uniwersytetem Wrocławskim),

Projekty zrealizowane: (przykłady)

15. Grant SPUB/SP/457481/2020 „Utrzymanie stacji pomiaru składu atmosfery KASLAB na Kasprowym Wierchu” 2020 – 2023 – kierownik (projekt SPUB),

16. - Grant 363426/PnH/2017 Mobilne pomiary i modelowanie obiegu atmosferycznego metanu. 2017 – 2021, kierownik AGH (projekt AGH wspierający działania w ramach projektu H2020 Memo2)

17. - Grant 2013/09/B/ST10/01955 Ocena wielkości i zmian sezonowych emisji CO_2 i CH_4 związanych z metabolizmem miejskim dla regionu aglomeracji krakowskiej na podstawie pomiarów atmosferycznych i modelowania 2013 – 2017 – Wykonawca AGH (współpraca z UJ oraz IMGW)

18. - Grant N305 400939 Oszacowanie bilansu wodoru w atmosferze Polski Południowej na podstawie danych pochodzących z pomiarów stężenia i składu izotopowego wodoru na Kasprowym Wierchu, Krakowie i wybranych punktach Podhala i Górnego Śląska. 2010 – 2013 Kierownik (projekt AGH)

Uczestnictwo w programach europejskich oraz w programach ONZ

- 1) EDF – Environment Defense Fund, ONZ (finansowany wspólnie z UNEP – Agenda Ochrony Środowiska ONZ), „Methane To Go Poland” (badania emisji metanu na przykładzie pomiarów pośrednich i bezpośrednich z szybu wentylacyjnego kopalni KWK) – 2022 – obecnie – **Kierownik projektu** (współpraca z Uniwersytetem w Heidelbergu, Uniwersytetem Technicznym w Monachium, Niemiecką Agencją Kosmiczną DLR, Uniwersytetem w Braunschweig i Europejską Agencją Kosmiczną ESA),
- 2) EDF ONZ „ROMEO” (Badania emisji metanu z obszarów wydobycia ropy naftowej i gazu ziemnego w Rumunii) lata **2019 – 2021 – Kierownik projektu**, (współpraca z Uniwersytetem UBB w Cluj Napoca, Rumunia, z Instytutem INCAS, Rumunia, z firmą Sniffers, Holandia),
- 3) EDF ONZ współfinansowany przez CCAC - Climate and Clean Air Coalition (Badania emisji metanu z obszarów wydobycia i transportu gazu ziemnego w Polsce Południowej, Zjednoczonych Emiratach Arabskich i Omanie) lata 2018 – 2021 – **Kierownik projektu** (współpraca międzynarodowa).

Członkostwo w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych wraz z informacją o pełnionych funkcjach

Członek Europejskiej Unii Geofizycznej (EGU), członek, od 2017 – obecnie,
Członek Europejskiego Towarzystwa Badań Izotopowych (ESIR), w latach 1992 – 2002,

Wykaz staży w instytucjach naukowych zagranicznych (miejsce, termin, czas trwania stażu i jego charakter)

Habilitant odbył następujące staże naukowe:

W roku 1996, pobyt w Instytucie Fizyki Środowiska Uniwersytetu w Heidelbergu w ramach **3-miesięcznego stypendium ufundowanego przez Niemieckie Towarzystwo Wymiany Akademickiej DAAD**, podczas którego brał udział w wielu badaniach terenowych składu atmosfery.

W 2014 r – wyjazd studyjny tygodniowy do Instytutu IMAU (Institute for Marine and Atmospheric Research) na Uniwersytecie w Utrechcie, Holandia, gdzie pod opieką prof. Thomasa Roeckmana prowadził pomiary stężenia wodoru i metanu w atmosferze w pobliżu dużych źródeł tych gazów.

W 2015 r – miesięczny staż w Instytucie ICTA - UAB (Institute of Environmental Science and Technology) Delta del Ebre w Hiszpanii – pod opieką prof. Josepa-Antona Morgui, badania bilansu metanu w środowisku o okresowym zalaniu wodą (uprawy ryżu).

Efektom każdego z tych staży zagranicznych była publikacja.

Biorąc pod uwagę powyższe aktywności, stwierdzam że, Habilitant wykazał się istotną działalnością naukową, umiejętnością nawiązywania kontaktów międzynarodowych oraz pracy w międzynarodowych zespołach naukowców.

Recenzowanie prac naukowych, w szczególności publikowanych w czasopismach międzynarodowych

Habilitant oświadczył, że W latach 2014 – 2024 wykonał wiele recenzji anonimowych dla znaczących czasopism naukowych takich wydawnictw jak Science Direct, Elsevier, Springer a także publikacji internetowych, oto niektóre z nich: Atmospheric Chemistry and Physics – ACP (Egusphere), Atmospheric Measurements Techniques – AMT (Egusphere), Heliyon (Science Direct), Environmental Research Letters – ERL (IOP Science), Science of the Total Environment – STOTEN (Science Direct), Remote Sensing Applications: Society and Environment (Elsevier), Atmosphere (MDPI), Sensors (MDPI), Atmospheric Pollution Research (Science Direct), Sustainability (Springer Link), Applied Sciences (MDPI), Engineering Geology (Elsevier) .

WSPÓŁPRACA Z OTOCZENIEM SPOŁECZNYM I GOSPODARCZYM

Habilitant oświadcza, że jest autorem ekspertyz zamawianych przez przedsiębiorstwa (PGNiG, Gaz-System, SRK, KWB Bełchatów) dotyczących pomiarów metanu i technik związanych z wyznaczeniem wielkości emisji metanu. Współpracuje z Polską Grupą Górniczą SA w zakresie wykonywania pomiarów stężenia metanu bezpośrednio w kanale wentylacyjnym metodą alternatywną do obecnie stosowanej. Współpracował z Jastrzębską Spółką Węglową w zakresie badań emisji metanu na kopalniach KWK Pniówek, KWK Zofiówka i KWK Borynia. Prowadził współpracę z KWK Brzeszcze (Południowy Koncern Węglowy) w zakresie badań próbek metanu z szybów wentylacyjnych.

Uzyskane prawa własności przemysłowej, patentów krajowych lub międzynarodowych.

Habilitant jest współautorem dwu patentów związanych tematycznie z monografią habilitacyjną (pakowana kolumna chromatograficzna) oraz wdrożonej technologii mobilnego wykrywania nieszczelności instalacji wydobywania i transportu gazu ziemnego wraz z zastosowaniem metody przesiewowej włączonej w zakres działań LDAR w przedsiębiorstwie PDO w Omanie.

Wykonywał ekspertyzy na zlecenie:

- PDO Oman 2024, (badania emisji metanu z nieszczelności instalacji wydobywania ropy naftowej),
- PDO Oman 2023, (badania emisji metanu z instalacji transportu gazu ziemnego),
- Be'ah Oman 2023, (badania emisji metanu ze składowisk odpadów),
- PGNiG 2023, (badania emisji i weryfikacji jej pochodzenia na wybranych stanowiskach w woj., małopolskim i podkarpackim)
- badania emisji metanu zleczone przez agendy ONZ (CCAC) 2018, oraz IMEO 2022, 2023.

DANE NAUKOMETRYCZNE

Dane naukometryczne dorobku naukowego dr inż. Jarosława Nęckiego sporządzone przez pracowników Sekcji Bibliografii, Bibliometrii i Naukometrii Biblioteki Akademii Górniczo-Hutniczej:

Suma punktów według wykazów MNiSW/MEN za publikacje zaliczane do dziedziny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka wynosi 5010 (43 szt.) Współczynnik wpływu (Impact Factor) IF według bazy Web of Science dla lat 2013 – 2022 wynosi 45,98, średni FWCI wynosi 1,39, sumaryczny SNIP wynosi 51,43 a sumaryczny SJR 67,24. Liczba cytowań publikacji Habilitanta według Web of

Science to 1060 a indeks Hirscha 20. (Według Researchgate te współczynniki są jeszcze wyższe).
Stwierdzam, że są to znaczne osiągnięcia naukowe.

Osiągnięcia dydaktyczne

Dr inż. Jarosław Nęcki prowadził wszystkie rodzaje zajęć dydaktycznych (wykłady, laboratoria, ćwiczenia rachunkowe i terenowe) na Wydziale Fizyki i Informatyki Stosowanej AGH oraz na Wydziale Geografii i Geologii Uniwersytetu Jagiellońskiego z przedmiotów: Podstawy chromatografii gazowej, Fizyka atmosfery, Wstęp do modeli dyspersyjnych, Wprowadzenie do kowariancji wirów, Nowoczesne metody w badaniach środowiska, Metody analizy gazów.

Osiągnięcia organizacyjne

- Habilitant organizował dwukrotnie obozy naukowe dla studentów na Islandii (w latach 2018 i 2022),
- w latach 2018 i 2019 organizacja Szkoły Letniej dla doktorantów w ramach projektu MEMO,
- w roku 2015 organizacja obozu naukowego dla 15 studentów AGH w Hiszpanii (delta rzeki Ebre) ze środków UE (troje uczestników tego obozu obroniło prace doktorskie na europejskich uniwersytetach).

Habilitant wykazał się dużą aktywnością w pozyskiwaniu grantów, których był wykonawcą kierownikiem, albo kierownikiem zespołu uczelnianego (jak przedstawiono wyżej).

Współpracował z UNECE w zakresie badań emisji metanu (ekspert CCAC Energy Hub) oraz z organizacjami pozarządowymi Ember (w latach 2021 – 2022) oraz NGO Client Earth (w latach 2021 – 2022) w zakresie emisji metanu z sieci wydobycia i dystrybucji gazu ziemnego w Polsce.

Współpraca z Komisją Europejską (KE) przy tworzeniu Rozporządzenia Metanowego 2021 – 2024, w charakterze specjalisty od pomiarów stężenia metanu.

Reprezentując Polskę, brał udział w spotkaniu ekspertów ds. stężenia dwutlenku węgla i innych gazów śladowych powołanego przez WMO w Toronto w 2003 roku i w Tokio w 2004 roku w celu ustalenia nowej skali odniesienia pomiarów metanu.

Podsumowując działalność organizacyjną, dydaktyczną, popularyzacji nauki dr inż. Jarosława Nęckiego potwierdzam Jego duże zaangażowanie na uczelni – Akademii Górniczo Hutniczej w Krakowie oraz poza nią, w kraju i za granicą. Również współpraca Habilitanta z otoczeniem społecznym i gospodarczym jest długotrwała i społecznie bardzo użyteczna. Pozytywnie oceniam dorobek organizacyjny, dydaktyczny, popularyzacji nauki oraz zaangażowanie we współpracę z otoczeniem społeczno-gospodarczym Habilitanta.

Nagrody

W latach 2022 i 2023 dr inż. Jarosław Nęcki uzyskał Nagrodę Indywidualną Rektora AGH I stopnia za osiągnięcia naukowe, a w 2007 roku Nagrodę Ministra Środowiska za badania nad emisją gazów cieplarnianych (w tym metanu) z hydrofitowych oczyszczalni ścieków. W roku 2005 otrzymał brązowy Krzyż Zasługi za wkład w rozwój pomiarów gazów szklarniowych w Polsce.

Rezultaty badań Habilitanta przedstawione w monografii oraz publikacjach w znaczących czasopismach krajowych i międzynarodowych **stanowią znaczący wkład w rozwój dyscypliny naukowej Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka.**

Reasumując, stwierdzam, że przedstawiony dorobek naukowy, organizacyjny i popularyzacji nauki Habilitanta jest znaczny i spełnia warunki ubiegania się o uzyskanie tytułu naukowego doktor habilitowany określone w Ustawie.

Konkluzja końcowa

Na podstawie przedstawionej dokumentacji stwierdzam, że monografia pt. „Szacowanie emisji metanu na terenie województwa śląskiego przy użyciu rejestratorów mobilnych”, oraz całkowity dorobek naukowy, organizacyjny, popularyzacji nauki oraz współpracy ze środowiskiem społecznym dr inż. Jarosława Nęckiego spełniają wymagania formalne stawiane w procedurze habilitacyjnej, określone w art. 219 Ustawy „Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce ” z dnia 20 lipca 2018r (Dz. Ustaw z 2020r poz.85, z późn. zm).

Dorobek naukowy Habilitanta potwierdza zdolności samodzielnego rozwiązywania złożonych zagadnień naukowych oraz umiejętność pracy w zespole w kraju oraz w zespołach międzynarodowych.

Popieram wniosek o nadanie dr inż. Jarosławowi Nęckiemu stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka.



Dr hab. inż. Maria Wrzuszczak