Prof. dr hab. Marzenna R. Dudzińska
Katedra Jakości Powietrza Wewnętrznego i Zewnętrznego
Wydział Inżynierii Środowiska
Politechnika Lubelska

Recenzja

Dorobku naukowego dr inż. Zdzisława Salamonowicza i jego osiągnięcia naukowego: *„Prognozowanie numeryczne przebiegu zjawisk i procesów fizykochemicznych zachodzących w powietrzu po awaryjnych uwolnieniach substancji niebezpiecznych"*

Podstawa formalna

Podstawą opracowania recenzji jest pismo IIŚ 29/2023 z dnia 06.07. 2023 r. Przewodniczącego Rady Dyscypliny „Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka" Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego, prof. dr hab. inż. Janusza Kubraka.

Recenzja została wykonana z uwzględnieniem wymagań określonych w art. 219 ust. 1 pkt 2 i 3 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz. U. z 2021 poz. 478 z późn. zm.).

Materiały wykorzystane

Recenzję przygotowano na podstawie:

- Cyklu publikacji nt.: *„Prognozowanie numeryczne przebiegu zjawisk i procesów fizykochemicznych zachodzących w powietrzu po awaryjnych uwolnieniach substancji niebezpiecznych"*
- autoreferatu Habilitanta o dorobku naukowym, dydaktycznym i organizacyjnym;
- kserokopii wybranych publikacji;
- spisu publikacji, oświadczenia współautorów o udziale procentowym, informacji o prezentacji wyników na konferencjach naukowych oraz dokumentów potwierdzających uzyskane stopnie naukowe i dokonania.

Ogólna charakterystyka habilitanta

Dr inż. Zdzisław Salamonowicz ukończył studia na Wydziale Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego Szkoły Głównej Służby Pożarniczej w roku 2003 i uzyskał tytuł magistra inżyniera pożarnictwa. W roku 2005 ukończył także studia I stopnia na Wydziale Chemii Politechniki Warszawskiej i uzyskał tytuł inżyniera chemii, specjalność technologia

materiałów wysokoenergetycznych i bezpieczeństwo procesów chemicznych. Stopień doktora nauk technicznych w zakresie inżynieria chemiczna (specjalność bezpieczeństwo procesowe) uzyskał na Wydziale Inżynierii Procesowej Politechniki Łódzkiej w roku 2011, na podstawie rozprawy: *„Badanie równowag fazowych mieszaniny propan-butan w symulowanych warunkach pożarowych"*.

Wykształcenie uzupełnił o studia w Collegium Humanum Szkoły Głównej Menedżerskiej i Szkoły Głównej Służby Pożarniczej i w roku 2022 uzyskał tytuł *Executive Master of Business Administration*

Cała droga zawodowa dr Salamonowicza związana jest z Wydziałem Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego Szkoły Głównej Służby Pożarniczej, gdzie pracował jako asystent, a obecnie adiunkt, pełniąc także funkcje administracyjne od kierownika pracowni, zakładu, potem katedry, aż do funkcji prodziekana. Natomiast Jego wykształcenie jest wynikiem konsekwentnego zdobywania kolejnych kompetencji, pozwalających na pracę badawcze i prowadzenie kształcenia w zakresie bezpieczeństwa przy zagrożeniu pożarowym substancji chemicznych.

Znaczenie podjętej tematyki badawczej

Badania naukowe Habilitanta obejmują bardzo istotne zagadnienia związane z zachowaniem się substancji chemicznych, w tym niebezpiecznych dla życia i zdrowia, w czasie pożaru lub innych katastrof związanych z rozprzestrzenianiem się ognia i eksplozjami.

Substancje chemiczne stwarzają zagrożenie zarówno w chwili pożaru i/lub wybuchu, w wyniku emisji i rozprzestrzeniania się, jak i przez długi czas po opanowaniu ognia. Związane jest to nie tylko z bezpośrednim uwolnieniem to środowiska substancji chemicznych, ich sorpcją i skażeniem terenu, ale z transformację w wyniku reakcji chemicznych i termicznych stosunkowo niegroźnych substancji w bardziej niebezpieczne i rozprzestrzenieniem produktów takich reakcji. Spektakularnym przykładem może być atak na wieże World Trade Center – na wielu obszarach Nowego Yorku do dziś znajdują się substancje, w tym polichlorowane dibenzo-p-dioksyny, które powstały po pożarze zaatakowanych budynków.

W przedstawionym cyklu publikacji, dr. Salamonowicz koncertuje się głównie na modelowaniu rozprzestrzeniania się substancji w chwili pożaru, czyli zagrożeniach dla potencjalnych ofiar i ratowników. Jakkolwiek nie było to bezpośrednim celem badań dra Salamonowicza, to przewidywanie rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń ma znaczenie nie tylko dla osób bezpośrednio zagrożonych w momencie wypadku i akcji ratowniczej, ale także jako istotna informacja przy późniejszej remediacji obszarów skażonych.

Jego pełny dorobek publikacyjny dotyczy także zagadnień zabezpieczania materiałów przed pożarem, identyfikowania substancji niebezpiecznych, efektywności dekontaminacji odzieży ochronnej ratowników, oraz oddziaływań gleba – płyny gaśnicze, etc.

Należy podkreślić wagę tej tematyki i potencjalne praktyczne zastosowania, szczególnie w obecnym okresie gdzie w związku ze zmianami klimatycznymi mamy do czynienia z coraz częstszymi pożarami na dużych obszarach. A po, miejmy nadzieję jak najszybszym,

zakończeniu wojny w Ukrainie, będziemy mieć do czynienia koniecznością dekontaminacji terenów skażonych w wyniku pożarów i wybuchów infrastruktury przemysłowej oraz komunalnej.

Ocena dorobku naukowego

Osiągniecie naukowe stanowi cykl 9 publikacji, z których tylko jednej dr Salamonowicz jest jedynym autorem, a sześciu – pierwszym autorem. We wszystkich 9-ciu publikacjach, Habilitant jest autorem koncepcji badań (co potwierdzają oświadczenia o wkładzie autorskim). Zatem jego wkład w prace zgłoszone jako osiągnięcie wynosi od 65% do 100%.

Publikacje ukazały się w latach 2015 – 2022. Sześć publikacji ukazało się w czasopismach i posiada IF, natomiast trzy publikacje ukazały się w materiałach konferencyjnych z listy Ministerstwa. Spośród 6-ciu publikacji w czasopismach, trzech wydawcą jest MDPI, a pozostałych trzech polskie instytucje.

Poza pracami zgłoszonymi jako osiągnięcie, dr inż. Salamonowicz po uzyskaniu stopnia doktora opublikował 37 artykułów w czasopismach recenzowanych i 44 w materiałach konferencyjnych. Jest współautorem dwóch monografii naukowych oraz autorem 3 rozdziałów w monografiach. Jest pierwszym autorem 14 publikacji z sumarycznej liczby 43 artykułów.

Jedynym autorem jest tylko dwóch artykułów, co nie jest zarzutem, gdyż w dyscyplinie inżynieria środowiska, lub ogólniej w naukach doświadczalnych, praca w wieloosobowych zespołach jest naturalna i przede wszystkim umiejętność pracy w zespole należy docenić.

Artykuły opublikowano w czasopismach z listy Ministerstwa, jednak tylko 17 z nich posiada IF od 0,399 do 6,793.

Dorobek naukowy przed uzyskaniem stopnia doktora obejmuje 6 artykułów w czasopismach i 21 w materiałach konferencyjnych.

W spisie monografii habilitant wykazał także rozprawę doktorską, jednak brak danych bibliograficznych, w tym ISBN.

Biorąc pod uwagę całkowity dorobek przed i po doktoracie (w tym prace zgłoszone jako osiągnięcie), prace były, w momencie składania wniosku cytowane wg. WoS – 125 razy, wg. Scopus – 121 razy, wg. Google Scholar 296 razy, a Research Gate 153 razy. Liczba cytować bez autocytowań wyniosła 84 (WoS) lub 82 (Scopus). Recenzentka nie uważa autocytowań za zarzut, a raczej za potwierdzenie ciągłości prowadzonych badań i ich powiązanie.

Index H, niezależenie od bazy, w której publikacje były cytowane, wynosi 6.

Poziom cytowania (przy tej liczbie publikacji) oraz osiągnięty indeks Hirscha jest na poziomie średniego dla dyscypliny.

Habilitant prezentował swój dorobek na licznych konferencjach krajowych i międzynarodowych, w wyniku czego w materiałach konferencyjnych opublikował 44 prace po doktoracie, a 21 przed doktoratem.

Habilitant nie wykazał w dorobku patentu ani wdrożenia, na uwagę jednak zasługuje wykonanie 41 ekspertyz dla wielu podmiotów gospodarczych z terenu całego kraju, zarówno dużych, np. Zakłady Azotowe „Chorzów", jak i MŚP. Istotną była także współpraca przy opracowywaniu dokumentacji serwisowej i analizy ryzyka wystąpienia awarii przemysłowej dla zakładów Grupy LOTOS w Gdańsku i Grupy Azoty, Puławy.

Habilitant podaje także informacje o swoim zaangażowaniu w realizację projektów. Był wykonawcą w dwóch projektach europejskich oraz ekspertem w dwóch innych projektach międzynarodowych. Podkreślić należy też fakt dzielenia się wiedzą i kompetencjami z krajami Partnerstwa Wschodniego – projekty Polska Pomoc Rozwojowa – dla Ukrainy, Mołdawii i Gruzji.

W spisie 17 projektów, zamieszczonych jako informacja o uczestnictwie w pracach zespołów realizujących projekty finansowane w drodze konkursów krajowych lub zagranicznych, przy trzech podaje swoją rolę jako kierownika projektu. Jednak, sądząc po sygnaturach tych projektów, są to chyba projekty uczelniane realizowane w ramach zadań statutowych lub tzw. grantów własnych.

Jak już podkreślono oceniając wagę tematyki badawczej, prowadzone badania i ich wyniki mają istotne znaczenie, praktyczne i naukowe, dla oceny zagrożeń życia i zdrowia, w czasie pożaru lub innych katastrof związanych z rozprzestrzenianiem się ognia i eksplozjami substancji chemicznych.

Ocena przedstawionego osiągnięcia naukowego

Osiągnięcie naukowe, przedstawione przez Habilitanta to cykl dziewięciu publikacji, połączonych w serię pod wspólnym tytułem: *„Prognozowanie numeryczne przebiegu zjawisk i procesów fizykochemicznych zachodzących w powietrzu po awaryjnych uwolnieniach substancji niebezpiecznych"*.

Habilitant jest jedynym autorem jednej z tych publikacji oraz pierwszym, głównym autorem pozostałych i jego procentowy udział (według oświadczeń współautorów) wynosi od 65 do 80%. We wszystkich odpowiadał za koncepcję badań. Prace zostały opublikowane w latach 2015-2022 i autor prezentuje cykl w kolejności od najwcześniejszej (opublikowanej w roku 2015) do najnowszej (opublikowanej w roku 2022), jednak w autoreferacie podsumowującym badania omawia wyniki prac uporządkowane według podejmowanej tematyki, tj.:

- modelowanie dyspersji palnego pyłu i jego zapłonu (1 publikacja),

- modelowanie przebiegu zjawisk fizykochemicznych towarzyszących emisji propanu (4 publikacje),

- prognozowanie rozprzestrzeniania się gazów toksycznych (3 publikacje),

- rozprzestrzenianie się dymu powstałego w trakcie pożaru po klatce schodowej (1 publikacja).

Tak sformułowane tematy badań tylko pozornie są różnorodne, mówią raczej o konsekwentnym realizowaniu naczelnego celu – ocenie zagrożeń dla środowiska i człowieka przez substancje emitowane i rozprzestrzeniane w czasie pożarów i wybuchów.

Omówienie cyklu publikacji

Tematyka związana z modelowaniem dyspersji palnego pyłu i jego zapłonu to publikacja: *Numerical simulation of dust explosion in the spherical 20l vessel*, opublikowana w: *Bulletin of the Polish Academy of Sciences-Technical Sciences* w roku 2015 i jedyna prezentująca badania laboratoryjne i obliczenia numeryczne modelowania dyspersji pyłu palnego w czasie eksplozji podczas procesu spalania węgla i mąki.

Eksperyment prowadzono prawidłowo, w 20 litrowej kulistej komorze, w celu walidacji wyników symulacji numerycznych za pomocą programu FLUENT. Przeprowadzono modyfikację modelu i uzyskano zgodność z charakterystyką wybuchu dla różnych stężeń pyłu, jak i przyrostem ciśnienia.

Problem modelowania przebiegu zjawisk fizykochemicznych towarzyszących emisji propanu poruszono w 4 publikacjach. Habilitant podchodzi kompleksowo do zagadnienia związanego z bezpieczeństwem przy stosowaniu gazów palnych, poczynając od zjawisk i zagrożeń przy otwieraniu zaworu bezpieczeństwa w zbiorniku z płynnym propanem, poprzez prognozowanie procesu dyspersji, w tym na przykład w podziemnym garażu, po problemy związane z uwalnianiem propanu w wielkogabarytowych obiektach przemysłowych przy produkcji aerozoli na różne cele komercyjne, gdzie jednocześnie mogą być uwalniane pewne ilości wodoru.

Artykuł: *Modelling of propane emissions from a tank containing a liquefied phase*, opublikowany w materiałach konferencji *MATEC Web of Conferences* w roku 2018 to pierwsza z cyklu publikacji poświęconych tym zagadnieniom. W modelu reakcji termicznej zbiornika skroplonego gazu, podczas emisji strumieniowej fazy gazowej, uwzględniono wymianę ciepła między płaszczem zbiornika a powietrzem, fazą ciekłą i fazą gazową oraz bilans masy. Wyniki modelu porównano z wynikami z eksperymentu przeprowadzonego z wykorzystaniem typowego domowego zbiornika LPG.

W kolejnej publikacji z cyklu, tj.: *Numerical simulation of emergency release of liquid petroleum gas on a car gas station*, opublikowanej w *Annual Set The Environmental Protection* w roku 2018, omówiono wyniki symulacji numerycznych uwalniania propanu ze zbiorników stacjonarnych na stacjach tankowania LPG. Jest to kolejny rodzaj rozważanych zagrożeń, ze względu na lokalizację stacji tankowania pojazdów w miastach oraz wzmożony ruch wokół takich stacji. Zaproponowany model umożliwił określenie przeszkód urbanistycznych i ich wpływ na rozprzestrzenianie się gazu, umiejscowienie strefy wybuchu oraz jej zasięg i określenia zależności mających wpływ na wielkość strefy zagrożenia.

Praca: *Numerical reconstruction of hazardous zones after the release of flammable gases during industrial processes*, opublikowana w *Processes* w roku 2021, dotyczy modelowania zjawisk fizykochemicznych związanych z emisją propanu, tym razem w wielkogabarytowych obiektach produkcji przesyłowej, gdzie propan jest wykorzystywany w

produkcji aerozoli, ale może wystąpić zagrożenie współobecności wodoru. Badania miały na celu określenie zagrożeń dla ludzi obecnych na hali produkcyjnej w chwili uwolnienia wodoru prowadzono je stosując do symulacji dwa różne narzędzia numeryczne, a część wyników i wniosków to ocena przydatności tych narzędzi. Wyniki przeanalizowano także pod kątem zachowania się gazów lżejszych i cięższych od powietrza w strefie potencjalnego wybuchu i wyciągnięto wniosek o przeszacowaniu wielkość stref wyznaczanych w oparciu o normy.

Ostatnia, publikacja z cyklu poświęconego modelowaniu zjawisk fizykochemicznych związanych z emisją propanu, *Numerical description of jet and duct ventilation in underground garage after LPG dispersion*, opublikowana w *Processes* w roku 2022, pezentuje wyniki symulacji numerycznych uwalniania propanu z samochodu zaparkowanego w garażu podziemnym. Badano różne typy wentylacji i stwierdzono największą skuteczność wentylacji strumieniowej, zaproponowany model pozwalał także określić miejsca dla rozmieszczenia czujników. Jakkolwiek wielu administratorów budynków umieszcza przy garażach podziemnych znaki zakazu wjazdu pojazdów LPG, to jednak nie są to znaki legalne i brak jest uregulowań w tym zakresie. Poznanie mechanizmów rozprzestrzeniani się gazu w tych obiektach, obszarów nagromadzania oraz prawdopodobieństwa zapłonu i wybuchu na istotne znaczenie praktyczne.

Wyniki badań nad prognozowaniem rozprzestrzeniania się gazów toksycznych zamieszczono w serii trzech publikacji na temat rozprzestrzeniania się chloru i amoniaku, czyli gazów toksycznych, na terenach przemysłowych i wiejskich. Przy czym chlor jest cięższy od powietrza, natomiast amoniak – lżejszy.

Badania zaprezentowane w pracy: *3D simulation of chlorine dispersion in rural area*, opublikowanej w *Annual Set The Environment Protection* w roku 2018, miały na celu opracowanie modelu rozprzestrzeniania się chloru, wykorzystywanego na przykład z produkcji nawozów lub pestycydów. Głównym celem było porównanie modelu dwu-wymiarowego i trój-wymiarowego rozprzestrzeniania, przy tych samych założeniach wejściowych. Podobnie w a publikacji: *Numerical modelling of dispersion process for different density of gas mixtures – 2d and 3d numerical approach*, opublikowanej w *SGSP Scientific Papers* w roku 2018, też porównywano wyniki z modelu 2-wymiarowego i 3-wymiarowego, z uwzględnieniem warunków pogodowych, ale dla mieszaniny gazów, lżejszego od powietrza amoniaku i cięższego – chloru.

Natomiast: *Numerical simulation of dispersion of ammonia in industry space using the ANSYS*, opublikowanej w materiałach z konferencji *MATEC Web of Conferences* w roku 2018, to publikacja poświęcona prognozowaniu rozprzestrzeniania amoniaku. Symulacje prowadzono przy pomocy programu ANSYS, generując na potrzeby teoretyczny zakład produkcyjny (budynek produkcji, budynek administracji i trzy zbiorniki z gazem), uwzględniając różne warunki pogodowe. W wielu technologiach przemysłowych, oraz w chłodnictwie na skalę przemysłową używa się amoniaku – gazu lotnego, lżejszego od powietrza i niestety toksycznego. Dodatkowy problem dla środowiska przy uwolnieniu amoniaku, sprawia jego rozpuszczalność w wodzie i potencjalne skażenie środowiska wodnego i glebowego. Potencjalnie wyniki symulacji autora można by wykorzystać przy projektowaniu zakładów produkcyjnych, szczególnie jeśli chodzi o rozmieszczenie poszczególnych budynków i zbiorników.

Badania nad rozprzestrzenianiem się dymu powstałego w trakcie pożaru po klatce schodowej opublikowano w jednej pracy: *Numerical analysis of smoke spreading in a medium-high building under different ventilation conditions*, w *Atmosphere* w 2021 roku. Badania dotyczą rozprzestrzeniania się zarówno gazów, jak i pyłów. Rozprzestrzenianie się ognia w budynkach, szczególnie wysokich to zagrożenia dla przebywających w budynku jego użytkowników, jak i ekip ratowniczych. Zagrożenia te częściej niż bezpośrednio z ogniem, związane są z wdychanymi gazami i pyłami. Te ostatnie mają też wpływ na ograniczenia widoczności. O ile strażacy są zwykle w jakimś stopni zabezpieczeni przez środki ochrony indywidulanej, o tyle użytkownicy pomieszczeń pozostają bezbronni. Z tego względu kluczowe w budynku jest rozprzestrzenianie się pyłów i gazów w klatkach schodowych – czyli na drogach ewakuacji. Badania Habilitanta to symulacje rozprzestrzeniania się dymu na klatce średnio-wysokiego budynku przy różnych systemach wentylacji, tj. mechanicznej i grawitacyjnej oraz sposobów oddymiania stosowanych przez ratowników.

Interesujące jest wykazanie, że odpowiednia wentylacja może skrócić czas prowadzenia akcji ratowniczej i zwiększyć bezpieczeństwo ewakuacji. Niewłaściwe podstępowanie może natomiast przyśpieszyć przedostawanie się niebezpiecznych gazów do mieszkań. Na podstawie badań modelowych, wyciągnięto wnioski o znaczeniu praktycznym.

Podsumowanie/ uwagi

Cykl stanowi ciekawe studium badań nad zagrożeniami związanymi z rozprzestrzenianiem się pyłów i przede wszystkim, gazów niebezpiecznych (propan, chlor, amoniak), w czasie sytuacji awaryjnych, możliwych przy typowej eksploatacji i wykorzystaniu substancji w przemyśle i gospodarce komunalnej. Badano zarówno rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń w obiektach zamkniętych (hale przemysłowe, garaże podziemne, klatki chodowe), jak i na terenach rolniczych.

W pracach zaprezentowano zarówno wyniki symulacji komputerowych, jak i wyniki pomiarów eksperymentalnych, przeprowadzonych w celu weryfikacji modeli.

Stosowano znane programy do obliczeń i symulacji, często jednak kombinacje narzędzi numerycznych, co stanowi interesujące podejście i analizując pomysły ich zastosowania, możemy metody badawcze uznać za poprawne oraz spełniające kryteria badan naukowych.

Wnioski z niektórych badań wydają się dość oczywiste, np. wpływ wiatru, wyniki są jednak rzetelnie udokumentowane, zweryfikowano i porównano różne modele.

Z punktu widzenia nauk inżynieryjno-technicznych bardzo ważne są możliwości wykorzystania praktycznego uzyskanych wyników, w tym do oceny skuteczności wentylacji w budynkach, lokalizacji czujników monitorujących gazy i pary, szacowania stref zagrożenia wybuchem czy planowania zagospodarowania przestrzennego w celu minimalizacji skutków potencjalnych wybuchów i awarii, a także przy podejmowaniu bieżących decyzji przez ekipy ratownicze.

Zaprezentowane publikacje ukazały się w recenzowanych czasopismach, jednak szkoda, że nie są to czasopisma o szerszym zasięgu międzynarodowym.

Aktywność naukowa realizowana w więcej niż jednej uczelni naukowej, w szczególności zagranicznej

Poza dwoma krótkimi wizytami studyjnymi w Leeds (University of Leeds, UK, marzec 2013) oraz Skovde (Rescure College, Skovde, Szwecja, luty 2004), Habilitant współpracował w latach 2014-2021 z Lviv State University of Life Safety, Lwów, gdzie w sumie przebywał 3 miesiące oraz odbył kilka krótkoterminowych wizyt. Współpraca dotyczyła symulacji numerycznych awaryjnych uwolnień do powietrza oraz technik operacyjnych w ratownictwie.

Poza stażami naukowymi, współpraca międzynarodowa dotyczyła też szkolenia jednostek pożarniczych Ukrainy i Gruzji.

Działalność dydaktyczna, organizacyjna oraz popularyzująca naukę i sztukę

Dr inż. Salamonowicz prowadził i prowadzi zajęcia zarówno w formie wykładów, jak i ćwiczeń, w tym poligonowych i projektowych, z wielu przedmiotów, zgodnie ze zdobytym wykształceniem i kompetencjami, czyli od chemii przez ratownictwo chemiczne i ekologiczne, po modelowanie. Był opiekunem 100 prac magisterskich i inżynierskich, a w chwili składania wniosku był promotorem pomocniczym w dwóch przewodach doktorskich.

Współtworzył programy studiów, w tym podyplomowych oraz wielu szkoleń i kursów. Na uwagę zasługuje jego działalność szkoleniowa w Gruzji i Ukrainie oraz w *Network of universities and institutes for rasing awarness on dual-use concerns of chemical materials*, finansowanej przez UE.

Do działalność popularyzatorskiej można zaliczyć także publikacje w czasopismach branżowych.

Pełnił i pełni liczne funkcje organizacyjne na macierzystej uczelni, w tym opiekuna Koła Naukowego i prodziekana oraz uczestniczył w pracach wielu komisji i zespołów. Uczelnianych.

Za pracę był nagradzany przez Komendanta SGSP, Komendanta Głównego PSP oraz Ministra, posiada także odznaki resortowe i brązowy krzyż zasługi.

Podsumowanie

Podsumowując cykl publikacji, zgłoszony jako osiągnięcie, oraz całościowy dorobek, należy podkreślić wkład habilitanta w rozwój praktycznych aspektów inżynierii środowiska, a w szczególności w zagadnienia związane z zachowaniem się substancji chemicznych, w tym niebezpiecznych dla życia i zdrowia, w czasie pożaru lub innych katastrof związanych z rozprzestrzenianiem się ognia i eksplozjami.

W prowadzonych badaniach Habilitant wykorzystywał wiedzę zarówno ze studiów chemicznych, jak i ratownictwa ppoż. oraz modelowania w inżynierii środowiska, zatem należy docenić konsekwencję w zdobywaniu kompetencji niezbędnych do realizacji zamierzonych celów badawczych.

Do oryginalnych osiągnięć możemy zaliczyć zarówno potwierdzenie możliwości wykorzystania symulacji numerycznych do prognozowania dyspersji substancji stałych i gazów, jak i wyniki tych symulacji (potwierdzone częściowo badaniami eksperymentalnymi), tj., przewidywanie transportu zanieczyszczeń po awariach oraz wykazanie różnic związanych z warunkami atmosferycznymi, rozmieszczeniem infrastruktury oraz różnicami ciśnienia i temperatury.

Przedstawione badania mają potencjał aplikacyjny, co w naukach inżynieryjno-technicznych jest bardzo istotne.

Jednocześnie należy docenić:

- parametry naukometryczne na przyzwoitym poziomie biorąc pod uwagę dość wąską tematykę (liczbę cytowani wg. WoS = 125 (bez autocytowań 84) i index Hirscha H = 6);

- znaczące wykorzystanie wiedzy w praktyce, co potwierdzają liczne raporty i oceny eksperckie;

- zaangażowanie w prace dydaktyczne i szkoleniowe, w tym szkolenia międzynarodowe;

- działalność organizacyjną na rzecz własnej uczelni.

Wniosek końcowy

Habilitant wykazał się dorobkiem naukowym i umiejętnością prezentacji wyników. Rozwijaniu aktywności naukowej towarzyszyły osiągnięcia dydaktyczne oraz organizacyjne i upowszechnianie wiedzy.

Dorobek naukowy i osiągnięcia Habilitanta stanowią wkład w rozwój inżynierii środowiska i spełniają kryteria Ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce,* art. 219 ust. 1 pkt 2 i 3 (Dz. U. z 2021 poz. 478 z późn. zm.).

Lublin, 15.09.2023 r.

.....