



RECENZJA
osiągnięcia naukowego
w postępowaniu o nadanie
dr. inż. Dominikowi Mierzwie
stopnia naukowego doktora habilitowanego
w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria chemiczna

Niniejszą recenzję wykonano w oparciu o pismo Dziekana Wydziału Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska Politechniki Łódzkiej, prof. dra hab. inż. Grzegorza Wielgościńskiego, wystosowane w dniu 20 marca 2024 r. w związku z postępowaniem o nadanie *dr. inż. Dominikowi Mierzwie* stopnia naukowego doktora habilitowanego w *dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria chemiczna*.

1. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA SYLWETKI HABILITANTA

Pan *dr inż. Dominik Mierzwa* jest absolwentem 5 letnich, jednolitych studiów magisterskich odbytych w latach 2003-2008 na Wydziale Technologii Chemicznej Politechniki Poznańskiej, na kierunku *inżynieria chemiczna i procesowa*. Następnie w latach 2008-2012 najprawdopodobniej był słuchaczem studiów doktoranckich (informacja nt. studiów doktoranckich nie została zawarta w autoreferacie), które ukończył z wyróżnieniem w dniu 23 października 2012 roku obroną pracy doktorskiej zatytułowanej *Efektywność suszenia hybrydowego materiałów biologicznych* wykonanej pod kierunkiem prof. dra hab. inż. Stefana Jana Kowalskiego.

Zawodowo Habilitant związany jest z Politechniką Poznańską nieprzerwanie od roku 2012, w którym rozpoczął pracę na stanowisku *asystenta naukowego* w Zakładzie Inżynierii Procesowej Wydziału Technologii Chemicznej. Od roku 2016, w tej samej Jednostce, Habilitant rozpoczął pracę na stanowisku *asystenta dydaktyczno-naukowego*, a po niedługim czasie na stanowisku *adiunkta*.

W grudniu 2021 roku *dr inż. Dominik Mierzwa* został zatrudniony w Zakładzie Inżynierii Procesowej Instytutu Technologii i Inżynierii Chemicznej Politechniki Poznańskiej na stanowisku *asystenta naukowego* w projekcie BIOSUSZ, realizowanym przez konsorcjum naukowo-przemysłowe w ramach 1 Programu Badań Stosowanych i finansowanym przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju.

Ten okres działalności naukowej Habilitanta był kluczowy w Jego rozwoju naukowym, gdyż podczas realizacji projektu opracowane zostały nowatorskie technologie suszenia oraz obróbki wstępnej surowców owocowo-warzywnych przy wykorzystaniu ultradźwięków jako czynnika intensyfikującego opracowywane operacje jednostkowe. Jak zaznaczył Habilitant, podstawowym i jednocześnie kluczowym etapem było zaprojektowanie oraz skonstruowanie prototypowej aparatury badawczej, a rola Habilitanta obejmowała prace przebiegające od opracowania koncepcji technicznej aparatury, poprzez jej projektowanie, testy rozruchowe, aż po analizę otrzymanych wyników, co w mojej opinii stanowi najbardziej odpowiedzialne zadanie z inżynierskiego punktu

widzenia. Uwieńczeniem tych dokonań było 3 publikacje, z których jedna [H1] zasługuje na wyróżnienie, gdyż zawiera przegląd stosowanych na świecie technik suszenia wspomaganych ultradźwiękami, mechanizmów ich działania, jak również potencjalny wpływ ultradźwięków na procesy transportu ciepła i/lub masy.

Śledząc przebieg rozwoju naukowego Habilitanta nie pojawia się żadna wątpliwość, by stwierdzić, że doświadczenia zdobyte podczas realizacji projektu BIOSUSZ stały się przyczynkiem do zdobywania dalszych osiągnięć naukowych związanych z tematyką realizowaną przez Habilitanta w tym obszarze badań.

Przed przystąpieniem do dalszych badań *dr inż. Dominik Mierzwa* postawił ogólną hipotezę badawczą zakładającą, że ***ultradźwięki powodują intensyfikację transportu masy i ciepła oraz korzystnie wpływają na kinetykę operacji jednostkowych na tych procesach opartych.***

Słuszności dokonanych hipotez Habilitant dowodzi w poddanym ocenie osiągnięciu naukowym.

2. OCENA OSIĄGNIĘĆ NAUKOWYCH, O KTÓRYCH MOWA W ART. 219 UST. 1 PKT 2 USTAWY

2.1 Osiągnięcia naukowe wchodzące w skład cyklu powiązanych tematycznie prac naukowych zgodnie z art. 219 ust. 1 pkt 2b Ustawy

W załączonej do oceny dokumentacji Habilitant przedstawił 13 pozycji naukowych stanowiących jednotematyczny cykl artykułów opublikowanych w latach 2016-2023 w czasopismach z bazy *Journal Citation Reports*, oznaczonych jako [H1]-[H13], i stanowiących osiągnięcie pod wspólnym tytułem ***Rola ultradźwięków w procesach wymiany ciepła i masy na przykładzie wybranych operacji jednostkowych***, o którym mowa w art. 219 ust. 1 pkt 2b Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* z późniejszymi zmianami.

Przedmiotem osiągnięcia są badania eksperymentalne kompleksu zagadnień związanych z wpływem ultradźwięków na intensyfikację wybranych operacji inżynierii chemicznej, mianowicie:

- (1) suszenia produktów żywnościowych ([H2-H7], [H9]),
- (2) konwekcyjnej wymiany ciepła ([H8], [H12])
- (3) odwadniania osmotycznego surowców owocowych i warzywnych ([H2, H4, H7]) oraz
- (4) nasycania próżniowego tkanki owocowej i warzywniej nadającego surowcom poddawany zabiegowi nowych właściwości ([H10], [H11], [H13]).

Z oczywistych względów zagadnienie podjęte przez Habilitanta uważam za temat ważny i aktualny, a wskazane osiągnięcie naukowe lokuje się w centrum tego nurtu. Spośród 13 artykułów 7 opublikowanych zostało w czasopismach wysokiej rangi naukowej: 1 artykuł o punktacji MEiN/MNiSW 200 pkt., 6 artykułów o punktacji 140 pkt., co obiektywnie podkreśla poziom naukowy prezentowanych badań. Potwierdza to również sumarycznego współczynnika *Impact Factor* (IF) wskazanego cyklu artykułów wynoszący **54,575**.

Opublikowane wyniki cieszą się ogromnym zainteresowaniem, o czym świadczy duża liczba cytowań – według bazy WoS, prace Habilitantki były cytowane 585 razy (528 bez autocytowań) oraz, według bazy Scopus, 674 razy (617 bez autocytowań), co daje w efekcie ponadprzeciętny *współczynnik Hirscha* równy 15.

Należy jednak zaznaczyć, że artykuły są wieloautorskie. Jednak, jak wynika z oświadczenia Habilitanta, potwierdzonego przez współautorów, w większości artykułów Habilitant jest

pomysłodawcą koncepcji, głównym autorem i realizatorem badań eksperymentalnych, analizy wyników i redakcji manuskryptów; w 10 artykułach Habilitant jest autorem korespondencyjnym. Stąd, kluczowa rola *dra inż. Dominika Mierzwy* nie budzi mojej wątpliwości.

Przedstawione w cyklu publikacyjnym osiągnięcia dotyczyły celów poznawczych oraz technologicznych związanych z inżynierskim aspektem zastosowania ultradźwięków w celu intensyfikacji wybranych operacji inżynierii chemicznej. W szczególności, tematyka osiągnięć dokonanych przez Habilitanta w poszczególnych pracach obejmowała:

- (1) *Badania mające na celu określenie wpływu ultradźwięków na efektywność suszenia* wyrażoną czasem jego trwania oraz stanem wewnętrznej struktury materiału poddanego suszeniu [H2-H7], [H9]. Jako materiał doświadczalny Kandydat wykorzystał jabłko, cebulę, kiwi, marchew, pieczarkę – produkty żywnościowe wrażliwe termicznie. By dowieść poprawności sformułowanej hipotezy Habilitant wykonał badania kinetyczne wymiany masy i ciepła w procesie suszenia wyrażone wartościami współczynników wnikania ciepła i masy. Dokonał tego badając przebieg suszenia przy zmiennej temperaturze czynnika suszącego oraz jego prędkości przepływu, jako wielkości decydującej o warunkach hydrodynamicznych procesu. Liczbowe wartości współczynników wymiany ciepła i masy zostały określone przy wykorzystaniu modelu matematycznego kinetyki suszenia, opracowanego przez Habilitanta we współpracy z Promotorem pracy doktorskiej, prof. dr. hab. inż. Stefanem Janem Kowalskim. Zastosowano przy tym metodologię optymalizacji oceny współczynników wnikania ciepła i masy, która opierała się na dopasowaniu danych eksperymentalnych do krzywych numerycznych opisanych sformułowanym modelem.
- (2) *Analizę wpływu ultradźwięków na poprawę konwekcyjnego ogrzewania małych próbek w suszarce hybrydowej* [H8]. Warunki ustalono tak, aby ogrzewanie przebiegało w obszarze dyfuzji zewnętrznej. Habilitant przeprowadził badania w dwóch wariantach temperatury powietrza, mianowicie 313 K i 333 K, stosując jednocześnie prędkość czynnika suszącego 0.4 m/s. Analogiczne rozważania Kandydat przeprowadził w odniesieniu *do naturalnego chłodzenia konwekcyjnego* [H12]. Testy opierały się na chłodzeniu metalowych próbek podgrzanych do temperatury 60°C. W badaniu wykorzystano model matematyczny oparty na założeniu małej liczby Biota. Ponieważ zarówno w przypadku ogrzewania jak i chłodzenia analizowano jedynie wymianę ciepła Habilitant zastosował próbki stalowe o różnej geometrii i wymiarach (mały walec, walec, prostopadłościan, sześcián) oraz moc ultradźwięków ustaloną na poziomie 50, 100 i 200 W. Wykorzystując model matematyczny uzyskany na podstawie bilansu ciepła możliwe stało się określenie wartości współczynników wnikania ciepła dla poszczególnych geometrii, uwzględniając przy tym wpływ fal ultradźwiękowych. Wartości współczynników konwekcyjnej wymiany ciepła określono przy użyciu aproksymacji wyników eksperymentalnych.
- (3) *Prace badawcze przeprowadzone nad procesem odwadniania osmotycznego wspomaganego działaniem ultradźwięków* ([H2], [H4], [H7]). Dyfuzyjny charakter osmozy wymusza potrzebę jego intensyfikacji, co można realizować stosując ultradźwięki o natężeniu większym od 1 W/cm² i częstotliwości 21-35kHz. Mechanizm tego procesu nie jest w pełni poznany, chociaż istnieje uzasadnione podejrzenie, że intensyfikacja procesu następuje dzięki kawitacji. Zatem, Habilitant podjął prace nad określeniem wpływu ultradźwięków na odwodnienie osmotyczne tkanki jabłka [H2]. Jako czynniki osmotyczne Habilitant zastosował 40%-owe roztwory fruktozy

i sorbitolu, a proces odwodnienia przeprowadził w wannie ultradźwiękowej przy temperaturze 308 K i częstotliwości ultradźwięków wynoszącej 25 kHz. Kinetykę odwodnienia Habilitant wyraził jako szybkość ubytek wody oraz przyrostu suchej masy.

Analogiczne badania Habilitant przeprowadził w odniesieniu do marchwi [H4] oraz owoców kiwi [H7], jednak w tym ostatnim przypadku, jako czynniki osmotyczne zastosowane zostały erytrytol, sorbitol, sacharoza – wszystkie w wodnych roztworach o stężeniu 50% w/w.

- (4) *Zastosowanie ultradźwięków w celu intensyfikacji procesu nasycenia próżniowego owoców.* Analizie poddano owoce o strukturze uniemożliwiającej jakikolwiek proces przetwórczy bez naruszenia ich struktury, w szczególności żurawiny wielkoowocowej [H10]. Habilitant zaproponował konstrukcję aparatu i przeprowadził w nim prace badawcze nad zastosowaniem impregnacji próżniowej wspomaganą ultradźwiękami, które z jednej strony poszerzają istniejące w skórce pory, z drugiej zaś powodują wytworzenie nowych por i mikrokanalików, umożliwiających wnikanie roztworu nasycającego do wnętrza owocu. Proces nasycenia był realizowany w temperaturze 298 K, pod ciśnieniem 50 mbar i 300 mbar (przy wspomaganii ultradźwiękami tylko pod ciśnieniem 300 mbar). Efektywność nasycenia została wyrażona stężeniem kwasu askorbinowego (składnik bioaktywny), wprowadzonego do tkanki, oraz stopnia impregnacji definiowanego, jako względną zmianę masy surowca po procesie nasycenia.

Podobne badania *dr inż. Dominik Mierzwa* przeprowadził w odniesieniu do tkanki ziemniaka [H11] oraz korzenia marchwi [H13]. Obydwa podmioty badawcze charakteryzują się niską porowatością i zwartą budową morfologiczną.

Uwzględniając szczegółowe treści poszczególnych prac (zawartych we wniosku) oraz ich opis przedstawiony zarówno w autoreferacie jak i oświadczeniach o wkładzie merytorycznym Habilitanta w ich powstanie, za najważniejsze Jego osiągnięcia naukowe, stanowiące podstawę do ubiegania się o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego *nauk inżynierijno-technicznych*, w dyscyplinie *inżynieria chemiczna*, należy uznać:

- (1) Poszerzenie aktualnego stanu wiedzy w literaturze światowej w zakresie mechanizmów rządzących intensyfikacją transportu masy i ciepła powodowaną działaniem ultradźwięków.
- (2) Wykazanie prawdziwości hipotezy wiodącej: ***Ultradźwięki intensyfikują procesy wymiany masy oraz ciepła i korzystnie wpływają na kinetykę operacji jednostkowych opierających się na tych procesach***, na przykładzie wybranych operacji inżynierii chemicznej, w szczególności:
 - hipotezy 1: ***Energia fal mechanicznych ulega częściowo dyssypacji i jest wydzielana w postaci ciepła, co sprzyja operacjom jednostkowym opierającym się na procesach wymiany masy i/lub ciepła.*** W każdym procesie analizowanym przez Habilitanta, w szczególności podczas suszenia produktów żywnościowych wrażliwych termicznie, działanie ultradźwięków intensyfikuje proces na skutek częściowej dyssypacji energii fal mechanicznych, w efekcie czego następuje wzrost efektu cieplnego, co wpływa na ogrzanie powierzchni materiału, zmianę właściwości fizykochemicznych, i w konsekwencji, na wzrost szybkości procesów dyfuzyjnych zachodzące w analizowanych przez Habilitanta operacjach, np. przyspieszenie procesu odparowania.
 - hipotezy 2: ***Ultradźwięki oddziałują dynamicznie z materiałem, w którym się rozchodzą powodując odwracalne i nieodwracalne efekty.*** Habilitant wykazał, że działanie ultradźwięków wywołuje wzrost porowatości w strukturze tkanki, co z jednej strony może

prowadzić do zapadnięcia struktury wewnętrznej i utraty spójności, z drugiej zaś obniża wewnętrzne opory dyfuzyjne, co przekłada się na wzrost efektywnych współczynników dyfuzji. Ponadto wykazał, że dynamiczne oddziaływanie fal akustycznych z materiałem suszonym poprzez „rozprężanie i ściskanie” ciekłej wilgoci w sztywnym szkielecie może prowadzić do transportu wilgoci w kierunku od większej do mniejszej jej zawartości lub też, poprzez naprzemienne „ściskanie i rozciąganie” elastycznej struktury porowatej (tzw. *efekt gąbki*), co może prowadzić do ruchu wilgoci wewnątrz struktury.

- hipotezy 3: *Ultradźwięki mogą oddziaływać z medium, w którym propagują (środowisko gazowe lub ciekłe), co prowadzi do intensyfikacji procesów wymiany masy i/lub ciepła poprzez redukcję czynników stanowiących opór dla transportu.* Podczas analizy każdej operacji jednostkowej Habilitant wykazał, że w obrębie przyściennej warstwy laminarnej otaczającej tkankę poddaną badaniu, występują pulsacje ciśnienia powodujące redukcję grubości tej warstwy, co w konsekwencji zmniejsza wpływ oporów dyfuzji zewnętrznej, powodując jednocześnie wzrost szybkości procesu.

- (3) Wykazanie intensyfikującego wpływu ultradźwięków na wymianę ciepła podczas ogrzewania i chłodzenia konwekcyjnego wyrażonych wartościami współczynników wnikania ciepła. Analizując konwekcyjny ruch ciepła wspomagany ultradźwiękami Habilitant pokazał, że wymiana ciepła była intensywniejsza aniżeli podczas ruchu ciepła w analogicznym procesie referencyjnym. Wykazał, że efekty ilościowe zależały zarówno od mocy ultradźwięków jak i kształtu próbek, przy czym im większa moc promieniowania akustycznego oraz im mniejsza i bardziej zwarta bryła tym intensywniejsza wymiana ciepła jest obserwowana w obu analizowanych wariantach.
- (4) Wyjaśnienie mechanizmu odwodnienia osmotycznego wspomaganego ultradźwiękami, za które odpowiedzialne jest zjawisko kawitacji. Powoduje ono wiele zjawisk promujących transport masy i/lub ciepła, do których należą: wydzielanie ciepła, mikrostrumieniowanie, mikromieszanie, redukcję warstwy przyściennej, zmniejszenie polaryzacji stężeniowej w warstwie przyściennej, co powoduje z kolei zwiększenie siły napędowej procesu i tym samym jego prędkości, a w efekcie skrócenie czasu trwania.
- (5) Analizę efektywności wymiany masy w procesie nasycenia próżniowego wspomaganego ultradźwiękami, co w mojej opinii stanowi najbardziej doniosłe osiągnięcie ze względu na niewielką liczbę doniesień literaturowych oraz możliwość modyfikacji produktów żywnościowych o strukturze uniemożliwiającej jakikolwiek proces przetwórczy.

Uzyskane przez Habilitanta osiągnięcia w sposób znaczący poszerzają dotychczasowy stan wiedzy na temat intensyfikacji wybranych procesów inżynierii chemicznej i mechanizmów tą intensyfikację wywołujących. Przeprowadzone eksperymenty i wyniki uzyskane w efekcie ich analizy są w pełni przydatne w przewidywaniu przebiegu operacji poddanych analizie przez Habilitanta, a nawet innych opartych zarówno na konwekcyjnym mechanizmie ich przebiegu jak i mechanizmie dyfuzyjnym.

Uwzględniając powyższe należy stwierdzić, że dorobek dra inż. Dominika Mierzwy ujęty osiągnięciem naukowym zatytułowanym „Rola ultradźwięków w procesach wymiany ciepła oraz masy na przykładzie wybranych operacji jednostkowych” jest znaczący i wnosi istotny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria chemiczna.

2.2 Aktywność naukowa realizowana w więcej niż jednej uczelni, lub instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej, zgodnie z art. 219 ust. 1. punkt 3 Ustawy

Dr inż. Dominik Mierzwa, w ramach działalności naukowej prowadzonej w latach 2012-2023, współpracował z krajowymi i zagranicznymi zespołami badawczymi biorąc aktywny udział przy realizacji wielu projektów, z których dwa realizowane były przez konsorcja naukowo-przemysłowe oraz naukowe. Były to:

- Projekt BIOSUSZ (nr PBS1/A8/13/2012) zatytułowany „Wykorzystanie ultradźwięków do wspomagania procesów suszenia materiałów biologicznych wrażliwych na termiczne warunki suszenia”, realizowany w latach 2012-2016 przez konsorcjum naukowo-przemysłowe w ramach 1 Programu Badań Stosowanych, finansowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju. Liderem konsorcjum był Instytut Ogrodnictwa Państwowego Instytutu Badawczego w Skierniewicach, a kierownikiem projektu była prof. dr hab. Dorota Konopacka – **Habilitant pełnił funkcje Wykonawcy**. Zadanie Habilitanta, jak wspomniano wcześniej, sprowadzało się do opracowania koncepcji technicznych aparatury, nadzoru nad procesem jej projektowania oraz konstruowania, przeprowadzenia testów rozruchowych, planowania oraz wykonania badań laboratoryjnych, analizy otrzymanych wyników oraz redakcji raportów/prac naukowych. Część badań, w szczególności tych nad wpływem ultradźwięków na strukturę wewnętrzną surowca owocowego i warzywnego wykonywanych w ramach projektu, Habilitant realizował we współpracy z *Instytutem Agrofizyki PAN w Lublinie* (prof. dr hab. inż. Artur Zdunek).
- Projekt NCN w ramach programu SONATA 14 pt. „Impregnacja próżniowa wspomagana ultradźwiękami - ocena wpływu ultradźwięków na efektywność procesu nasycania materiałów roślinnych oraz ich właściwości”, nr 2018/31/D/ST8/00627, realizowany w latach 2019-2023 w konsorcjum naukowym przez Politechnikę Poznańską – lider, w którym **Habilitant pełnił funkcje Kierownika projektu**. Dr inż. Dominik Mierzwa nadzorował i wykonywał prace badawcze realizowane na Uniwersytecie Przyrodniczym w Poznaniu, będącego Partnerem konsorcjum, oraz w *Centralnym Ośrodku Badania Odmian Roślin Uprawnych* (dr inż. Tomasz Lenartowicz) Państwowego Ośrodka Badawczego w Słupi Wielkiej, polegające na wykonywaniu analiz chemicznych oraz ocenie parametrów jakościowych.

Ponadto, w ramach opiniowanej aktywności naukowej Habilitanta należy podkreślić, że część prac badawczych stanowiących osiągnięcie naukowe realizowano poza macierzystą jednostką naukową i była efektem współpracy z:

- *Uniwersytetem Ottona von Guerickego w Magdeburgu* (dr hab. inż. Abdolreza Kharaghani), gdzie Kandydat przeprowadził badania nad procesem suszenia wspomaganego ultradźwiękami i mikrofalami;
- *Instytutem Ogrodnictwa Państwowego Instytutu Badawczego w Skierniewicach* (prof. dr hab. Dorota Konopacka), gdzie wykonano badania naukowe nad procesem suszenia oraz odwadniania osmotycznego wspomaganego ultradźwiękami, jak również konsultując zagadnienia związane z przebiegiem procesów suszenia oraz jakościowej oceny suszy;
- *Wydziałem Nauk o Żywności i Żywieniu* (dr hab. inż. Elżbieta Radziejewska-Kubzdela), Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, gdzie Habilitant odbył miesięczny staż naukowy

(4.05-5.06.2023 r.), w ramach którego prowadził prace badawcze nad procesem nasycania próżniowego oraz konsultacje w zakresie:

- suszenia,
- odwadniania osmotycznego,
- oceny jakościowej produktu suszonego,
- ekstrakcji składników bioaktywnych z tkanki roślinnej,
- analizy wybranych związków bioaktywnych w produktach spożywczych z wykorzystaniem techniki HPLC
- analizy jakościowej i ilościowej danych otrzymanych z oznaczeń chromatograficznych oraz
- oznaczania tekstury produktów spożywczych z wykorzystaniem testu mechanicznego.

Warto w tym miejscu zaznaczyć, że wymiernym efektem tej współpracy było opublikowanie szeregu artykułów oraz wygłoszenie wystąpień na konferencjach naukowych, w tym także 4 artykułów ([H6], [H10], [H11], [H13]) składających się na przedstawiony we wniosku cykl osiągnięć.

Szeroka współpraca z zagranicznym i krajowymi ośrodkami naukowo-badawczymi pozwoliła Kandydatowi na poszerzenie i/lub doskonalenie warsztatu badawczego oraz na wypracowanie nowych obszarów badawczych planowanych do dalszej realizacji, a mieszczących się w obszarze prac zaliczanych do dyscypliny inżynieria chemiczna. Uwzględniając niniejsze należy stwierdzić, że podjęta przez dra inż. Dominika Mierzwę współpraca naukowa z naukowcami z ośrodków innych aniżeli macierzysta Uczelnia w pełni spełnia wymagania aktywności naukowej, o której mowa w art. 219 ust.1 pkt 3 Ustawy.

3. OCENA CAŁOKSZTAŁTU OSIĄGNIĘĆ NAUKOWO-BADAWCZYCH

Analizując całokształt dorobku naukowego dr. inż. Dominika Mierzwy z całą pewnością można stwierdzić, że jest on znaczący i obejmuje **75 pozycji**:

- **29 prac** opublikowanych w czasopismach z bazy JCR posiadających współczynnik wpływu *Impact Factor* (IF), w tym:
 - przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora – 7
 - po uzyskaniu stopnia naukowego doktora – 22
- **5 prac** opublikowanych w czasopismach spoza bazy JCR, w tym:
 - przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora – 2
 - po uzyskaniu stopnia naukowego doktora – 3
- **40 prac** opublikowanych w recenzowanych materiałach konferencyjnych
 - przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora – 9
 - po uzyskaniu stopnia naukowego doktora – 31
- **1 patent** przyznany po uzyskaniu stopnia naukowego doktora.

Sumaryczny *Impact Factor* Habilitanta wg listy JCR wynosi **90,92** (w tym 81,86 po doktoracie), a sumaryczna liczba punktów opublikowanych dotychczas artykułów i materiałów konferencyjnych (wg punktacji MEiN/MNiSW dla poszczególnych lat) wynosi **2583** (w tym 2350 po doktoracie). Opublikowane wyniki cieszą się ponadprzeciętnym zainteresowaniem, o czym świadczy duża liczba cytowań – według bazy WoS, prace Habilitanta były cytowane **585** razy (528 bez autocytowań) oraz, według bazy Scopus, **674** razy (617 bez autocytowań), co daje w efekcie *współczynnik Hirscha* równy **15**.

Należy również wspomnieć, że w ramach działalności naukowej Kandydat brał czynny udział w **14. projektach badawczych** (8. po doktoracie), z czego w 7. pełnił funkcję **Kierownika projektu**. Cztery projekty finansowane przez *Narodowe Centrum Badań i Rozwoju* oraz *Narodowe Centrum Nauki* oraz 4 finansowane przez Politechnikę Poznańską realizowane były po uzyskaniu stopnia naukowego doktora.

Zasadnicza działalność naukowa Habilitanta spoza wykazu dokumentującego osiągnięcie habilitacyjne dotyczy w szczególności badań nad:

- zastosowaniem promieniowania elektromagnetycznego (**mikrofalowego, podczerwonego**) w hybrydowych procesach suszenia (prace [IF2], [IF3], [IF4], [IF7], [IF9], [R2], [R1], [P1]),
- zastosowaniem niestacjonarnych – **okresowo zmiennych** – warunków prowadzenia procesu w celu poprawy jakości uzyskiwanych produktów (prace [R2], [IF3], [IF4], [IF8]),
- wykorzystaniu **metod numerycznych** w celu opisu kinetyki i wybranych parametrów procesowych (prace [IF1], [IF5]).

Dowodem uznania w środowisku naukowym było powierzenie *dr. inż. Dominikowi Mierzwie* recenzji 137 opracowań naukowych opublikowanych w renomowanych czasopismach, a nawet 3 wniosków w konkursach na projekty badawcze dla *Narodowego Centrum Nauki* (rok 2021) oraz *Foundation for Science* (lata 2018 i 2022). Habilitant wykonał również 2 ekspertyzy dla podmiotów gospodarczych.

4. DZIAŁALNOŚĆ DYDAKTYCZNA I ORGANIZACYJNA

Dorobek Habilitanta w zakresie działalności dydaktycznej i organizacyjnej, w mojej opinii, nie odbiega od osiągnięć innych kandydatów na tym etapie kariery. Habilitant aktywnie uczestniczy w procesie dydaktycznym odbywającym się Politechnice Poznańskiej, prowadząc wykłady, ćwiczenia rachunkowe, projektowe i laboratoryjne na czterech kierunkach kształcenia, tj. *inżynierii chemicznej i procesowej, technologii ochrony środowiska, inżynierii bioprocusów i biomateriałów oraz technologii chemicznej* (studia niestacjonarne).

W ramach procesu dydaktycznego, w latach 2015-2023 Habilitant wypromował 13 inżynierów oraz 9 magistrów, przy czym w jednym przypadku rola Habilitanta jako promotora pracy magisterskiej/inżynierskiej (nie zostało wyszczególnione w autoreferacie) realizowana była we współpracy z partnerem przemysłowym. Habilitant był również twórcą materiałów dydaktycznych dla studentów (filmów instruktażowych do zajęć laboratoryjnych) z takich przedmiotów jak: mechanika płynów, podstawy inżynierii chemicznej i procesowej, inżyniera materiałów i ośrodków porowatych oraz innych realizowanych w Zakładzie Inżynierii Procesowej, szczególnie przydatnych w okresie pandemii.

W ramach działalności organizacyjnej na rzecz Politechniki Poznańskiej Kandydat brał również udział w warsztatach dla uczniów szkół podstawowych i średnich oraz promował Wydział Technologii Chemicznej Politechniki Poznańskiej podczas obchodów jego 50-lecia.

Przedstawiony autoreferat jest interesujący, napisany dość przejrzystie, z zachowaniem ciągu merytorycznego i logicznego. Jedynie obszerny plik dołączony do dokumentacji i zawierający artykuły stanowiące monotematyczny cykl publikacji wraz z oświadczeniami współautorów powoduje pewien dyskomfort w analizie treści opisywanych w autoreferacie.

Niemniej, uwzględniając przedstawioną tematykę prowadzonej przez Habilitanta działalności naukowej należy stwierdzić, że tematyka ta była – w całym dotychczasowym okresie

zatrudnienia Habilitanta – ściśle związana z zagadnieniami inżynieryjno-technicznymi obszaru wiedzy mieszczącego się w dyscyplinie *inżynieria chemiczna*.

5. WNIOSEK KOŃCOWY

Przedstawiona ocena wniosku habilitacyjnego *dra inż. Dominika Mierzwy* wskazuje, że Jego działalność naukowa ma charakter nowatorski prowadzący do znacznego poszerzenia wiedzy w zakresie badania i opisu mechanizmów wybranych operacji inżynierii chemicznej wspomaganych ultradźwiękami. Habilitant posiada w dorobku znaczące oraz oryginalne osiągnięcia naukowe i projektowe stanowiące istotny wkład w rozwój dyscypliny *inżynieria chemiczna*. Wykazuje się także istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni i instytucji naukowej, w tym zagranicznej.

Uwzględniając niniejsze stwierdzam, że Habilitant, *dr inż. Dominik Mierzwa*, w pełni spełnia wymagania dla osób ubiegających się o stopień naukowy doktora habilitowanego, określone w art. 219 ust. 1 pkt 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz. U. 2021 r. poz. 478 z późn. zm.), i tym samym popieram wniosek o nadanie *dr. inż. Dominikowi Mierzwie* stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie *nauk inżynieryjno-technicznych*, w dyscyplinie *inżynieria chemiczna*.

Marek Grudziński