

Prof. dr hab. inż. Katarzyna Majewska-Nowak
Politechnika Wrocławska
Wydział Inżynierii Środowiska
Katedra Inżynierii Ochrony Środowiska
Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
Tel.: +48 71 3204120
e-mail: katarzyna.majewska-nowak@pwr.edu.pl

**Recenzja osiągnięć naukowych i aktywności naukowej
dra inż. Pawła Lochyńskiego**
**w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie
nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i
energetyka**

1. Podstawa opracowania

Podstawę do opracowania niniejszej recenzji stanowi pismo Przewodniczące Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka – prof. dra hab. inż. Krzysztofa Pulikowskiego, zn. IDDD0000.4102.7.2022 z dnia 18.03.2022 r. w związku z powołaniem mnie przez Radę Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu na recenzenta w postępowaniu habilitacyjnym dra inż. Pawła Lochyńskiego.

Recenzję osiągnięć naukowych, aktywności naukowej oraz ocenę dorobku naukowego, dydaktycznego i popularyzatorskiego opracowano na podstawie następujących materiałów:

- autreferatu wraz z opisem osiągnięcia naukowego,
- wykazu opublikowanych prac naukowych oraz informacji o współpracy z otoczeniem społecznym i gospodarczym,
- kopii publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego,
- oświadczeń współautorów publikacji o indywidualnym wkładzie we wskazanym osiągnięciu naukowym,
- kopii wybranych publikacji,
- kopii dyplomu uzyskania stopnia doktora,
- kopii certyfikatów potwierdzających udział w projektach i stażach naukowych.

Recenzję opracowano zgodnie z wytycznymi zawartymi w art. 219 ust. 1 pkt 2 i pkt 3 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2022, poz. 574).

2. Sylwetka Habilitanta

Pan dr inż. Paweł Lochyński ukończył w 2007 roku studia na Wydziale Chemicznym Politechniki Wrocławskiej, w specjalności Zarządzanie i Systemy Jakości w Przemysle Chemicznym. W grudniu 2012 roku został zatrudniony na stanowisku asystenta w Uniwersytecie Przyrodniczym we Wrocławiu, na Wydziale Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji, w Instytucie Inżynierii Środowiska. W styczniu 2013 roku na Wydziale Chemicznym Politechniki Wrocławskiej obronił pracę doktorską pt. *Elektropolerowanie stali austenitycznej typu 304*, uzyskując stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie technologia chemiczna, w specjalności elektrochemia techniczna i korozja.

Promotorem pracy doktorskiej był prof. dr hab. inż. Bogdan Szczygieł. W styczniu 2014 roku pan dr inż. Paweł Lochyński został zatrudniony na stanowisku adiunkta w Zakładzie Infrastruktury i Techniki Sanitarnej, w Instytucie Inżynierii Środowiska, na Wydziale Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Po uzyskaniu stopnia doktora kierował 1 projektem badawczym finansowanym przez NCBR, a także brał udział w realizacji grantu międzynarodowego (Niemcy) oraz 2 projektów na rzecz podmiotów gospodarczych. Jest autorem lub współautorem 40 artykułów naukowych (w tym 23 posiadających współczynnik *Impact Factor*). W swoim dorobku technologicznym Habilitant ma też liczne prace wdrożeniowe na rzecz przemysłu.

3. Ocena osiągnięć naukowych stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej

3.1. Ocena cyklu publikacji

Pan dr inż. Paweł Lochyński jako swoje osiągnięcie naukowe, stanowiące podstawę postępowania habilitacyjnego, przedstawił cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych pod wspólnym tytułem ***Ograniczenie powstawania zanieczyszczeń w procesie anodowego roztwarzania stali chromowo-niklowych***. W składzie wspomnianego cyklu publikacji znalazło się 6 artykułów naukowych. Liczbowo cykl publikacji nie jest może zbyt imponujący, ale ten niedostatek jest w zupełności rekompensowany jakością publikacji. Wszystkie artykuły zostały opublikowane w latach 2018-2021 (czyli po uzyskaniu przez Habilitanta stopnia doktora), przy czym 5 artykułów ukazało się w czasopiśmie o wysokim współczynniku wpływu (*IF* z zakresu 1,399 – 4,439; punktacja MNiSW/MEiN: 40 – 140 punktów), a mianowicie w *Materials* (1 publikacja), w *Metals* (1 publikacja), w *Scientific Reports* (1 publikacja), w *Advances in Materials Science and Engineering* (1 publikacja) oraz w *Archives of Environmental Protection* (1 publikacja). 1 artykuł został opublikowany w indeksowanym w *Web of Science*, branżowym czasopiśmie *Ochrona Przed Korozją* (20 punktów). Wszystkie czasopisma, w których ukazały się artykuły wchodzące w skład cyklu publikacji, były ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 Ustawy (ust. 2 pkt 2 lit b), tak więc formalny wymóg określony w art. 219 ust.1 pkt 2 lit b Ustawy został spełniony. Sumaryczna wartość współczynnika wpływu (*IF*) dla ww. czasopism (zgodna z rokiem publikacji) jest zadowalająca i wynosi 13,007, zaś łączna ilość punktów MNiSW/MEiN to aż 490 punktów. Należy podkreślić, iż Habilitant jest pierwszym autorem oraz autorem korespondencyjnym w 5 publikacjach cyklu, zaś w przypadku jednej publikacji – drugim autorem. Udział pana dra inż. Pawła Lochyńskiego w przygotowaniu publikacji polegał na opracowaniu hipotez, koncepcji oraz metodyki badawczej, wykonaniu części badań, analizie i dyskusji wyników. Z dołączonych do wniosku oświadczeń współautorów wynika, że udział Kandydata w przygotowaniu artykułów wchodzących w skład cyklu publikacji wynosił od 30 do 65% – ten nie najwyższy udział Kandydata wynika zapewne z interdyscyplinarnego charakteru prowadzonych przez niego badań i konieczności współpracy z wieloma specjalistami. Uzupełnieniem cyklu publikacji, stanowiących osiągnięcie naukowe, jest ich obszerny, 20-to stronicowy, omówienie uwzględniające cel i zakres badań, hipotezy i osiągnięcia badawcze oraz możliwości ich wykorzystania. Szczegółowy opis cyklu publikacji został zamieszczony w *Autoreferacie*. Habilitant przedstawił w nim tło problemu, uzasadnił celowość badań, wskazując na luki w pewnych obszarach wiedzy i w końcu, systematycznie omówił poszczególne etapy badań i osiągnięcia badawcze zakończone opracowaniem modelu matematycznego pozwalającego na monitorowanie stopnia zanieczyszczenia kąpieli do elektropolerowania.

Oceniany cykl publikacji tematycznie związany jest z procesem anodowego roztwarzania stali chromowo-niklowych i ograniczeniem negatywnego wpływu tego procesu na środowisko poprzez opracowanie modelu matematycznego monitorowania zanieczyszczeń kąpieli do elektropolerowania. W związku z powyższym uważam, że przedstawiony materiał spełnia formalne wymagania zawarte w art. 219 ust.1 pkt 2 lit b Ustawy. Zgodnie z ww. art. : *Stopień doktora habilitowanego nadaje się osobie, która:2) posiada w dorobku osiągnięcia naukowe albo artystyczne,, w tym co najmniej:*

b) 1 cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopiśmie naukowych lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych.....

Przedmiot badań podjęty przez Habilitanta doskonale wpisuje się w problematykę ochrony środowiska z jednej strony, jak i zagadnienia optymalizacji procesu produkcyjnego, z drugiej strony. Technika elektropolerowania jest powszechną obróbką stali nierdzewnych w zastosowaniach, gdzie konieczne jest zachowanie wysokiej odporności korozyjnej, niskiej chropowatości i podatności na czyszczenie, np. w przemyśle farmaceutycznym, biochemicznym lub spożywczym. Również urządzenia infrastruktury sanitarnej konstruowane są ze stali chromowo-niklowych. Mimo rozwoju technologii plazmowej obróbki powierzchni stali nierdzewnej, proces anodowego roztwarzania stali jest wciąż popularny, chociaż nie należy do zbyt przyjaznych dla środowiska. Z tego też względu wszelkie działania zmierzające do ograniczenia szkodliwego wpływu elektropolerowania na środowisko, jak i wiążące się z obniżaniem zużycia energii, należy uznać za pożądane.

Spśród 6 publikacji cyklu, artykuły H2, H3, H4 i H5 dotyczą bezpośrednio procesu technologicznego anodowego roztwarzania stali. Dodatkowo, w artykule H4 opisano opracowany przez Habilitanta model matematycznego monitorowania zanieczyszczeń kąpielii do elektropolerowania. Artykuł H1 w mniejszym stopniu jest związany z bezpośrednim celem badań Habilitanta, niemniej jednak stanowi dobre uzasadnienie konieczności starannej obróbki powierzchni stalowych (a więc i dobrej jakości kąpielii do elektropolerowania), aby zapobiec ewentualnym uszkodzeniom instalacji wykonanych ze stali nierdzewnych. Z kolei artykuł H6 jest logicznym uzupełnieniem wcześniejszych prac, gdyż dotyczy metod oczyszczania silnie stężonych ścieków przemysłowych po procesach trawienia i elektropolerowania.

Inspiracją do podjęcia badań przez Habilitanta była chęć rozwiązania ważnego problemu, jakim jest określenie granicznego zanieczyszczenia kąpielii do elektropolerowania, przy którym proces gwarantuje odpowiednią jakość polerowanej powierzchni przy możliwie minimalnym zużyciu energii. Habilitant założył, że rozwiązanie powyższego problemu będzie możliwe dzięki opracowaniu matematycznego modelu monitorowania zanieczyszczeń kąpielii procesowych do elektropolerowania stali chromowo-niklowych. Postawiony przez Habilitanta problem, jak i sposób jego rozwiązania należy uznać za oryginalny, a przy tym niezwykle trudny do realizacji, ze względu na jego interdyscyplinarny charakter. W literaturze przedmiotu brak jest analiz dotyczących poziomu zanieczyszczenia kąpielii do elektropolerowania i jego wpływu na jakość polerowanych powierzchni, nie wspominając już o jakichkolwiek matematycznych modelach wspomagających proces technologiczny. Realizacja ambitnego celu badań wymagała od Habilitanta umiejętnego zaplanowania procedury badawczej tak, by możliwe było osiągnięcie celów cząstkowych – począwszy od określenia korelacji pomiędzy poziomem zanieczyszczenia kąpielii procesowej a skutecznością procesu anodowego roztwarzania stali chromowo-niklowych, poprzez opracowanie matematycznego modelu monitorowania zanieczyszczeń kąpielii procesowej i jego weryfikacji w doborze parametrów procesowych, a skończywszy na ocenie skuteczności procesu neutralizacji silnie stężonych ścieków, w tym zawierających dodatki organiczne. Wszystkie powyższe etapy badań zostały opisane i przedyskutowane w artykułach składających się na omawiany cykl publikacji.

Przed przystąpieniem do zasadniczych prac nad opracowaniem matematycznego modelu, Habilitant dokonał szczegółowego przeglądu literatury dotyczącego mechanizmów i parametrów procesowych elektropolerowania (publikacja H2), jak i przeprowadził własne badania w skali laboratoryjnej i technicznej, dobierając optymalne parametry procesowe (publikacje H3, H4). Prace o charakterze przeglądowym nie są może zbyt odkrywcze, ale pozwalają na zorientowanie się w stosowanych materiałach (elektrolitach) i parametrach procesowych, jak i prowokują do krytycznych analiz, co Habilitant uczynił, wskazując m.in. na stosowanie przez innych badaczy zbyt dużych gęstości prądu, nieadekwatnych do dużych polerowanych powierzchni w skali przemysłowej. Habilitant założył,

iz w aspekcie ochrony środowiska, jak i energochłonności procesu, najważniejsze będzie ograniczenie ubytku masy materiału podczas anodowego roztwarzania stali chromowo-niklowych, przy czym istotne jest oszacowanie tego ubytku masy w warunkach przemysłowych. Efektem badań opisanych w publikacji H3, poza doбором optymalnych parametrów procesu elektropolerowania (z uwzględnieniem jakości polerowanej powierzchni wyznaczonej wartościami połysku i chropowatości), było stwierdzenie przez Habilitanta, iż znajomość ubytku masy próbek podczas elektropolerowania prowadzonego w warunkach laboratoryjnych pozwala na oszacowanie ubytku masy pierwiastków dla warunków przemysłowych z dokładnością około 5%. Kontynuując badania w zakresie monitorowania stopnia zanieczyszczenia kąpeli procesowej (publikacja H4), Habilitant powiązał jakość polerowanej powierzchni i jej odporności na korozję ze stężeniem jonów żelaza w kąpeli i wyznaczył graniczne stężenie kąpeli procesowej do elektropolerowania jako 3-4% mas. jonów żelaza. Podjęta przez Habilitanta próba poprawy jakości kąpeli procesowej poprzez jej oczyszczenie w procesie elektrochemicznej redukcji (publikacja H5) zakończyła się wprawdzie sukcesem w warunkach laboratoryjnych (stwierdzono poprawę chropowatości i połysku polerowanych powierzchni), jednak wdrożenie tego pomysłu w skali przemysłowej byłoby nieekonomiczne. Te obserwacje jeszcze bardziej zmotywowały Habilitanta do opracowania matematycznego modelu monitorowania stopnia zanieczyszczenia kąpeli procesowych, umożliwiającego właściwy dobór parametrów procesu tak, aby zachowane były pożądane właściwości polerowanej powierzchni (chropowatość, połysk), przy możliwie małym ubytku masy elektropolerowanych elementów. Innowacyjnym aspektem modelu jest uwzględnienie w nim stopnia zanieczyszczenia kąpeli procesowej, a tym samym możliwość wyznaczenia granicznego stężenia elektrolitu, co w oczywisty sposób przekłada się na korzyści dla środowiska i obniżenie kosztów procesu. Wspomniany model został opracowany z wykorzystaniem analizy regresji na podstawie wyników badań laboratoryjnych wiążących jakość polerowanej powierzchni z poziomem zanieczyszczenia kąpeli procesowej i zaprezentowany w mocno syntetycznej formie w publikacji H4. Opracowując różne rodzaje modeli (kwadratowy, drugiego i trzeciego rzędu, logistyczny), Habilitant powiązał wzajemnie różnorodne parametry (chropowatość, połysk, ubytek masy, jednostkowy ładunek elektryczny, czas procesu, temperatura, gęstość prądu anodowego, poziom zanieczyszczenia kąpeli procesowej), co pozwoliło na dobór optymalnych parametrów procesu w aspekcie uzyskania błyszczącej i gładkiej powierzchni, jak i minimalizacji zanieczyszczenia kąpeli jonami metali. Kwestią dyskusyjną może być dopasowanie modelu do sytuacji, gdy jako dodatek organiczny w kąpeli procesowej zastosuje się inną substancję organiczną niż trietanolamina. Podkreślić należy natomiast fakt, iż Habilitant opracował (w ramach projektu badawczego, poza cyklem publikacji) program umożliwiający predykcję efektów elektropolerowania w powiązaniu z kosztami procesu. Publikacje H4 i H5 należy uznać za bardzo istotne w dorobku Habilitanta, gdyż odzwierciedlają one najważniejsze osiągnięcie naukowe, jakim jest opracowanie modelu matematycznego umożliwiającego dobór parametrów procesu elektropolerowania w celu zminimalizowania zanieczyszczenia kąpeli przy zachowaniu pożądanych właściwości polerowanej powierzchni.

Jak już wspomniano, publikacja H6 jest logicznym uzupełnieniem pozostałych artykułów cyklu i dotyczy utylizacji ścieków z procesów elektropolerowania i trawienia stali chromowo-niklowych. Habilitant skoncentrował się na metodzie neutralizacji ścieków (poprzez chemiczne strącanie), co nie jest zbyt oryginalną i nowoczesną techniką, zwłaszcza w aspekcie gospodarki cyrkulacyjnej. Proces neutralizacji ścieków wymaga stosowania substancji chemicznych i generuje duże ilości osadów zawierających m.in. metale ciężkie. Wspomniane przez Habilitanta np. procesy membranowe wydają się bardziej odpowiednie do zagospodarowania kąpeli pogalwanicznych, tym bardziej, iż badania Habilitanta wykazały trudności w osiągnięciu dopuszczalnych poziomów stężeń metali ciężkich po procesach elektropolerowania. Nie mniej jednak, w badaniach Habilitanta można odnaleźć pewne oryginalne aspekty takie, jak wpływ obecności środków kompleksujących (trietanolamina i gliceryna) na skuteczność chemicznego strącania i usuwania ze ścieków metali (w tym niklu), jak i przeprowadzenie badań w skali technicznej dotyczących oczyszczania przemysłowych kąpeli z

trawienia i elektropolerowania z zastosowaniem środków dekompleksujących. Efektem tych badań jest ważne spostrzeżenie, że organiczne dodatki (trietanoloamina i gliceryna) w kąpielach do elektropolerowania tworzą kompleksy z jonami metali, co uniemożliwia wytrącenie metali (zwłaszcza niklu) w formie nierozpuszczalnych osadów. Jedynie zastosowanie środka dekompleksującego na bazie siarki organicznej przyniosło pozytywne rezultaty.

Na osiągnięcie habilitacyjne pana dra inż. Pawła Lochyńskiego składa się 6 publikacji powiązanych tematycznie. Jak już wspomniałam, ilościowo nie jest to cykl zbyt okazały, ale jego wartość naukowa, obok wymiernych aspektów praktycznych, jest nie do przecenienia. Walory naukowe i wysoki poziom merytoryczny publikacji dodatkowo wzmacnia ranga czasopism, w których się ukazały. Można mieć pewność, że treści zawarte w artykułach zostały rzetelnie zweryfikowane, a uzyskane wyniki – docenione. Uważam, że recenzowany cykl publikacji jest twórczym opracowaniem wnoszącym istotne elementy poznawcze w zakresie zjawisk związanych z procesem anodowego roztwarzania stali chromowo-niklowych, elektrochemiczną regeneracją kąpeli procesowej do elektropolerowania, jak i chemicznym oczyszczaniem ścieków przemysłowych z powierzchniowej obróbki metali. Zdecydowanie mocną stroną badań Habilitanta, podnoszącą ich walory naukowe i praktyczne, jest pionierski model monitorowania zanieczyszczeń kąpeli procesowych do elektropolerowania – jego opracowanie wymagało od Habilitanta nie tylko szczegółowej wiedzy z zakresu procesu technologicznego elektropolerowania, ale i z innych dyscyplin (matematyka, informatyka, ekonomia itp.).

Do najważniejszych osiągnięć, będących rezultatem badań przedstawionych w monotematycznym cyklu publikacji, zaliczam:

- wykazanie możliwości oszacowania (z dokładnością $< 5\%$) ubytku masy pierwiastków w warunkach przemysłowych na podstawie znajomości ubytku masy próbek w wyniku elektropolerowania w warunkach laboratoryjnych;
- powiązanie stopnia zanieczyszczenia kąpeli procesowej z jakością polerowanej powierzchni stalowej i wyznaczenie granicznego stężenia zanieczyszczenia kąpeli do elektropolerowania, przy którym zachowane są pożądane właściwości elektropolerowanej powierzchni, zaś zapotrzebowanie energii jest możliwie niskie;
- wykazanie przydatności opracowanego modelu matematycznego do ograniczania ilości zanieczyszczeń generowanych podczas procesu elektropolerowania;
- wykazanie możliwości skutecznego oczyszczania ścieków po procesach trawienia metodą chemicznego strącania za pomocą wodorotlenku wapnia;
- wskazanie na konieczność stosowania środków dekompleksujących (głównie na bazie siarki organicznej) podczas neutralizacji ścieków po procesie elektropolerowania z użyciem dodatków organicznych.

3.2. Ocena pozostałych osiągnięć naukowych

W okresie 15-letniej pracy naukowo-badawczej pana dra inż. Pawła Lochyńskiego można wyróżnić kilka obszarów badawczych. W okresie przed uzyskaniem stopnia doktora (lata 2007-2013) działalność naukowa Habilitanta skupiała się wokół zagadnień związanych z elektropolerowaniem powierzchni/urządzeń ze stali nierdzewnej dla przemysłu spożywczego, w tym wpływu czasu elektropolerowania i składu kąpeli procesowej na właściwości polerowanych powierzchni. Dorobek publikacyjny z tego okresu jest przeciętny (4 publikacje w krajowych czasopismach z punktacją MNiSW, 3 rozdziały w monografiach naukowych oraz 5 prac opublikowanych w zeszytach naukowych lub materiałach konferencyjnych Politechniki Wrocławskiej), natomiast widoczne jest duże zaangażowanie Habilitanta w upowszechnianie wyników swoich prac w ramach wystąpień na krajowych oraz zagranicznych konferencjach i sympozjach naukowych (14 referatów/posterów, w tym 2

wystąpienia w ramach konferencji zagranicznych). W tym okresie pan dr inż. Paweł Lochyński rozpoczął też współpracę z przemysłem elektrochemicznym (ECM Sp. z o.o. i Wspólnicy Sp. k.) w zakresie aplikacji nowych usług, monitorowania zanieczyszczeń i obniżenia zapotrzebowania energii w procesach elektrodowych oraz neutralizacji ścieków. W latach 2010-2012 Habilitant był też wykonawcą grantu promotorskiego. Zwieńczeniem tego okresu pracy naukowej była obrona pracy doktorskiej pt. *Elektropolerowanie stali austenicznej typu 304* (w 2013 roku).

W okresie po obronie pracy doktorskiej w działalności Habilitanta można wyróżnić, poza kontynuacją badań w zakresie elektropolerowania stali chromowo-niklowych, takie obszary badawcze, jak:

- wykorzystanie elektrod diamentowych domieszkowanych borem (BDD) do mineralizacji zanieczyszczeń organicznych,
- voltamperometryczna detekcja wybranych zanieczyszczeń,
- ocena ryzyka zdrowotnego związanego z eksploatacją wód gruntowych,
- ocena długoterminowego oddziaływania na środowisko zanieczyszczeń spowodowanych działalnością górnictwem,
- zastosowanie biosorbentów do usuwania jonów metali ciężkich.

Dorobek publikacyjny Habilitanta z tego okresu należy uznać za satysfakcjonujący. Składają się na niego w sumie 52 prace, w tym: 1 rozdział w monografii naukowej, 25 artykułów opublikowanych w czasopiśmie punktowanych przez MNiSW/MEiN, w tym 22 artykuły zamieszczone w czasopiśmie posiadającym *Impact Factor (IF)* z zakresu 0,367÷8,044; 2 artykuły opublikowane w czasopiśmie nieposiadającym *IF* i 24 referaty konferencyjne (w tym 7 referatów przedstawionych podczas krajowych konferencji międzynarodowych oraz 6 wystąpień na konferencjach zagranicznych). Kandydat samodzielnie wygłosił 13 referatów, w tym 5 w języku angielskim. Należy podkreślić, iż sumaryczny *IF* dla prac opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora jest imponujący i wynosi około 60. Spośród 27 artykułów naukowych, tylko 1 praca jest jednoautorska, zaś Habilitant jest autorem korespondencyjnym w 14 artykułach (w tym w 5 artykułach wchodzących w skład monotematycznego cyklu publikacji), chociaż nie zawsze pierwszym autorem. Z kolei, spośród 24 referatów konferencyjnych (wszystkie wieloautorskie), Kandydat jest pierwszym autorem w 12 referatach. Trudno jest ocenić udział Habilitanta w przygotowaniu prac wieloautorskich (poza pracami wchodzącymi w skład cyklu publikacji), gdyż w złożonej przez Habilitanta dokumentacji zabrakło takich informacji. Pewną wskazówką odnośnie zaangażowania pana dra inż. Pawła Lochyńskiego w prace spoza głównego nurtu jego zainteresowań badawczych (przedstawionych w monotematycznym cyklu publikacji), są informacje zawarte w niektórych artykułach – z reguły udział Kandydata w tych pracach polegał na prowadzeniu części badań i redakcji tekstu.

Przegląd dostępnych publikacji (opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora), których autorem lub współautorem jest pan dr inż. Paweł Lochyński pozwala mi na stwierdzenie, iż są to przeważnie wartościowe pod względem naukowym pozycje, wnoszące oryginalne elementy poznawcze, jak i praktyczne nie tylko w obszarze technologii elektropolerowania stali nierdzewnych, ale i technologii oczyszczania ścieków przemysłowych, nowoczesnych metod analitycznych oraz w zakresie problemów związanych z ryzykiem zdrowotnym i środowiskowym. Poza osiągnięciami naukowymi wymienionymi już w p. 3.1 niniejszej recenzji, inne istotne osiągnięcia naukowe Habilitanta to:

- wykazanie możliwości zastąpienia drogiego podłoża w elektrodach BDD (wykonanego z niobu) tańszym materiałem w formie węglik krzemu-grafit;
- wykazanie przydatności elektrody BDD do ilościowego oznaczania rozpuszczonego węgla organicznego wraz ze skonstruowaniem przenośnego prototypu analizatora DOC;

- wykazanie możliwości zastosowania elektrod BDD do bezpośredniego oznaczania wybranych substancji konserwujących (p-chloro-m-krezolu, terkonazolu) z wykorzystaniem metod woltamperometrycznych;
- zastosowanie nowatorskiej metody oceny ryzyka zdrowotnego uwzględniającej minimalne i maksymalne stężenie poszczególnych zanieczyszczeń w wodach podziemnych podczas długoterminowych obserwacji;
- wykazanie wzrostu ryzyka zdrowotnego spowodowanego podwyższonym zanieczyszczeniem wód podziemnych w okresie suszy;
- wykazanie silnego długofalowego wpływu przemysłu miedziowego na wzrost zawartości takich pierwiastków, jak Mn, Ni, Zn, Cr, Cu i Fe w drzewostanie na terenie obszaru przemysłowego;
- usystematyzowanie wiedzy na temat wykorzystania biosorbentów w usuwaniu niklu z roztworów wodnych wraz ze wskazaniem parametrów procesowych istotnych w ocenie potencjału sorpcyjnego biosorbentu w usuwaniu metali ciężkich;
- wykazanie możliwości wykorzystania borowin do usuwania metali ciężkich ze ścieków przemysłowych z procesu elektropolerowania stali.

3.3. Podsumowanie oceny osiągnięć naukowych

W podsumowaniu oceny osiągnięć naukowych pana dr inż. Pawła Lochyńskiego stwierdzam, że są one oryginalne i twórcze oraz wynikają z własnych koncepcji, obserwacji i analiz. Habilitant ma długoletnie doświadczenie w obszarze technologii chemicznych i elektrochemicznych stosowanych do obróbki metali, co pozwoliło mu na analizę mechanizmów anodowego elektropolerowania stali chromowo-niklowych i sformułowanie korelacji pomiędzy jakością polerowanej powierzchni a stopniem zanieczyszczenia kąpielii procesowej. Efektem pracy badawczej Kandydata jest oryginalny model matematyczny monitorowania zanieczyszczeń kąpielii procesowych do elektropolerowania, który pozwala na ograniczenie ilości generowanych zanieczyszczeń i zmniejszenie zapotrzebowania na energię niezbędną do realizacji procesów anodowych. Stwierdzam, że przedstawione mi do oceny osiągnięcia naukowe pana dra inż. Pawła Lochyńskiego stanowią znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Tak więc przesłanka warunkująca nadanie stopnia doktora habilitowanego od konieczności posiadania w dorobku osiągnięć naukowych albo artystycznych stanowiących istotny wkład w rozwój określonej dyscypliny, w której dana osoba zamierza uzyskać ten stopień, jest spełniona.

4. Ocena aktywności naukowej Habilitanta

Łączny dorobek naukowy Habilitanta obejmuje 81 pozycji (zgodnie z zał. 3 do wniosku), z czego 52 publikacje ukazały się w okresie po uzyskaniu stopnia doktora. Struktura tego zadowalającego dorobku naukowego przedstawia się następująco:

- artykuły w czasopismach z bazy JCR (z *IF*) – 23 (wszystkie wieloautorskie),
- artykuły w czasopismach z punktacją MNiSW/MEiN – 29 (wszystkie wieloautorskie),
- rozdziały w monografiach naukowych – 4 (wszystkie wieloautorskie),
- artykuły w pozostałych czasopismach/wydawnictwach – 7 (w tym jednoautorskie – 1),
- referaty w materiałach konferencyjnych – 41,
w tym międzynarodowych – 18.

W dorobku Habilitanta zdecydowanie brakuje publikacji jednoautorskich, chociaż w ponad 50% publikacji Kandydat jest pierwszym autorem lub autorem korespondencyjnym. Zdominowanie dorobku Kandydata przez prace wieloautorskie nie powinno dziwić, gdyż obszarem zainteresowań naukowych pana dra inż. Pawła Lochyńskiego są prace badawcze o charakterze interdyscyplinarnym wymagające współpracy z różnymi specjalistami.

Publikacje z *Listy Filadelfijskiej* (23 pozycje) zostały zamieszczone m.in. w takich renomowanych czasopismach, jak: *Journal of Electroanalytical Chemistry*, *Chemosphere*, *Surface Engineering*, *Advances in Materials Science and Engineering*, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *Metals*, *Rapid Prototyping Journal*, *Materials*, *Archives of Environmental Protection*, *Forests*, *Journal of Water Process Engineering*, *Scientific Reports* i *Reviews in Environmental Science and Bio-Technology*. W 9-ciu z tych publikacji Habilitant jest pierwszym autorem, zaś w 11-stu – autorem korespondencyjnym. Publikacje bez przypisanego współczynnika wpływu (13) ukazały się głównie w krajowych czasopismach branżowych lub w zeszytach naukowych Politechniki Wrocławskiej. Większość publikacji powstała przy udziale 3-5 współautorów, co jest zrozumiałe dla prac badawczych o praktycznym znaczeniu i ukierunkowanych na potencjalne wdrożenie. Potwierdzeniem dużego potencjału aplikacyjnego dokonań Kandydata są jego publikacje (jako autora lub współautora) w czasopismach branżowych (13 pozycji). Istotnym uzupełnieniem dorobku naukowego są doniesienia prezentowane zarówno w ramach zagranicznych, jak i krajowych konferencji naukowych (41 referatów).

Oceniając dorobek Habilitanta nie sposób pominąć współpracy z przemysłem, którą pan dr inż. Paweł Lochyński rozpoczął ponad 15 lat temu, przede wszystkim z firmą ECM Sp. z o.o. i Wspólnicy Sp. k., działającą w branży elektrochemicznej. W ramach tej współpracy Kandydat brał udział w realizacji kilku projektów i prac wdrożeniowych z zakresu swoich zainteresowań naukowych, w tym modernizacji instalacji do neutralizacji ścieków, w modernizacji wanny procesowej do elektropolerowania, w przygotowaniu projektu nowej linii procesowej do oczyszczania i pasywacji lutowanych wyrobów wykonanych z miedzi i mosiądzu, we wdrożeniu usługi chemicznego czyszczenia i pasywacji lutowanych wyrobów wykonanych z miedzi i mosiądzu, w opracowaniu i wdrożeniu sposobu korekty kąpeli przemysłowych do elektropolerowania stali chromowo-niklowych oraz we wdrażaniu nowych usług oferowanych przez firmę ECM (elektropolerowanie aluminium, miedzi, mosiądzu; chromianowanie aluminium). Intensywna współpraca z firmą działającą w zakresie elektrochemicznej obróbki stali nierdzewnych niewątpliwie pozwoliła Habilitantowi na dokładne poznanie technologii procesów elektrochemicznych i zidentyfikowanie problemów mających wpływ na efektywność i ekonomiczność produkcji, i w konsekwencji, na sprecyzowanie celu własnych badań, ukierunkowanych na potencjalne wdrożenie.

Jak już podkreśliłam, wyniki badań Habilitanta zostały opublikowane w renomowanych czasopismach zagranicznych i krajowych, co stanowi potwierdzenie, iż jego działalność badawcza została doceniona przez autorytety naukowe. Sumaryczny *Impact Factor* wynosi 60,303, zaś sumaryczna liczba punktów MNiSW/MEiN to 1428 (zgodnie z zał. 3 wniosku), co należy uznać za wartości ponad przeciętne w postępowaniu habilitacyjnym. O ugruntowanej pozycji dra inż. Pawła Lochyńskiego w świecie naukowym i uznaniu dla efektów jego pracy świadczy liczba cytowań oraz indeks Hirscha. Prace Habilitanta były cytowane ponad 120 razy (bez autocytowań), zaś indeks Hirscha wynosi 7 (według bazy WoS z dn. 20.05.2022 r.). Oczywiście, powyższe wskaźniki naukometryczne nie mają decydującego wpływu na moją ocenę dorobku naukowego Kandydata, niemniej jednak świadczą one o *rozpoznawalności* dra inż. Pawła Lochyńskiego w środowisku naukowym i są dobrym prognostykiem na przyszłość.

Pan dr inż. Paweł Lochyński uczestniczył w realizacji 3 projektów badawczych krajowych i zagranicznych (w tym 1 przed doktoratem) finansowanych przez MNiSW, NCBR i BBF (Niemcy) oraz w realizacji 2 projektów na rzecz podmiotów gospodarczych (p. 5.1 recenzji). Dzięki uzyskanemu stypendium Dresden Fellowship Program Kandydat nawiązał współpracę z Technische Universität Dresden (sierpień-wrzesień 2015 r.) i brał udział w realizacji projektu NIRWINDU dotyczącego zaopatrzenia w wodę do spożycia ludności Indii. Pan dr inż. Paweł Lochyński prowadził badania w zakresie optymalnych metod analitycznych i opracowania prototypu przenośnego urządzenia umożliwiającego oznaczenie zawartości węgla organicznego w warunkach polowych przy

wykorzystaniu metod elektrochemicznych. Efektem naukowej współpracy z TU Dresden jest wspólna publikacja w czasopiśmie *International Journal of Environmental Research and Public Health*. Habilitant realizował też grant promotorski MNiSW *Elektropolerowanie stali austenicznej 304* (2010-2012), ale za najważniejszy należy uznać projekt badawczy, finansowany przez NCBR w ramach programu LIDER, *Pionierski model monitorowania zanieczyszczeń kąpeli procesowych do elektropolerowania (IonsMonit)*, którego realizacja pozwoliła Kandydatowi na sformułowanie nie tylko oryginalnych wniosków naukowych, ale także zaleceń praktycznych, a przede wszystkim doprowadziła do opracowania modelu matematycznego o dużym potencjale wdrożeniowym.

Godna zaznaczenia jest też aktywność konferencyjna Habilitanta. Pan dr inż. Paweł Lochyński brał aktywny udział w 10 konferencjach międzynarodowych (w tym 4 przed doktoratem). Ponadto, Habilitant brał czynny udział w 16 krajowych konferencjach i sympozjach (w tym 9 przed doktoratem). Niezależnie od aktywnego udziału w konferencjach naukowych, Kandydat jest autorem lub współautorem łącznie 41 referatów (w tym 17 przed doktoratem).

Osiągnięcia naukowe pana dra inż. Pawła Lochyńskiego są również doceniane przez redakcje renomowanych czasopism naukowych, dla których opracowuje recenzje artykułów przed ich opublikowaniem. Do tej pory Habilitant wykonał 9 recenzji m.in. dla takich czasopism międzynarodowych, jak: *Chemosphere*, *Analytical Letters*, *Journal of Electroanalytical Chemistry*, *Journal of Materials Processing Technology*, *Urban Water Journal*, *Surface & Coatings Technology*.

Po uzyskaniu stopnia doktora Habilitant odbył również krótkoterminowe staże naukowe w zagranicznych ośrodkach naukowych – 10 dniowy staż (we wrześniu 2021 r.) w UNESCO Laboratory of Environmental Electrochemistry (Charles University of Prague, Czechy), podczas którego Habilitant miał możliwość poznania metod modyfikacji powierzchni elektrod diamentowych wykorzystywanych do detekcji zanieczyszczeń; 2-miesięczny staż (sierpień-wrzesień 2015 r.) w TU Dresden (Niemcy), podczas którego Kandydat brał udział w realizacji międzynarodowego projektu NIRWINDU i zajmował się metodami analitycznymi umożliwiającymi oznaczenie węgla organicznego; miesięczny staż (wrzesień-październik 2014 r.) w UNESCO Laboratory of Environmental Electrochemistry (Charles University of Prague, Czechy), podczas którego Habilitant zajmował się elektrochemicznymi metodami detekcji szkodliwych substancji organicznych; 3-miesięczny staż (lipiec-wrzesień 2013 r.) w TU Dresden (Niemcy), podczas którego Habilitant prowadził badania nad wykorzystaniem elektrod diamentowych domieszkowanych borem do elektrochemicznego utleniania związków organicznych. Realizacja tych staży pozwoliła Kandydatowi na wymianę doświadczeń naukowo-badawczych i dydaktycznych a także umożliwiła powiększenie dorobku naukowego – w ramach współpracy z TU Dresden powstały 2 artykuły oraz kilka referatów konferencyjnych, natomiast współpraca z Charles University w Pradze zaowocowała 2 publikacjami i jednym referatem konferencyjnym. Tak więc kolejna przesłanka, warunkująca nadanie stopnia doktora habilitowanego od wykazywania się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni, jest spełniona.

5. Ocena współpracy z otoczeniem społecznym i gospodarczym, osiągnięć dydaktycznych, organizacyjnych i popularyzujących naukę

5.1. Ocena współpracy z otoczeniem społecznym i gospodarczym

Habilitant od początku swojej kariery zawodowej intensywnie współpracował z przemysłem (głównie z firmą ECM Sp. z o.o. i Wspólnicy Sp. k.), co w późniejszym okresie umożliwiło mu realizację projektów finansowanych w ramach Miejskiego Programu Wsparcia Partnerstwa Szkolnictwa Wyższego i Nauki oraz Sektora Aktywności Gospodarczej *MOZART*. W latach 2014-2015 oraz 2015-2016 Habilitant był wykonawcą projektu wdrożeniowego *Rozwój stosowanych oraz wprowadzenie nowych usług w zakresie chemicznej i elektrochemicznej obróbki powierzchniowej metali*, zaś w latach 2017-2019 Habilitant realizował projekt *Niklowanie lutowanych elementów z miedzi i mosiądzu oraz*

zwiększenie bezpieczeństwa realizowanych procesów technologicznych. Udział w programie MOZART był dla pana dra inż. Pawła Lochyńskiego doskonałą okazją do pracy w środowisku biznesowym i wykorzystania swojej wiedzy w praktyce.

Na podstawie informacji zawartych w zał. 2 do wniosku można przypuszczać, iż intensywna współpraca Habilitanta z firmą ECM Sp. z o.o. i Wspólnicy Sp. k. dotyczy nie tylko jego zainteresowań naukowych (o czym szerzej wspomniano w p. 4 recenzji), ale także innych aspektów działalności przedsiębiorstwa – Kandydat angażował się w przygotowanie dokumentacji Systemu Zarządzania Jakością do wymagań i zmian w normie ISO, w przygotowanie przedsiębiorstwa do audytu zewnętrznego, w przygotowanie wniosku o uzyskanie pozwolenia wodno-prawnego, w prace modernizacyjne i wdrażanie nowych usług (w tym wdrożenie usługi chemicznego oczyszczania i pasywacji lutowanych wyrobów z miedzi i mosiądzu). Habilitant jest autorem wdrożenia dotyczącego opracowania sposobu korekty kąpeli przemysłowych do elektropolowania stali chromowo-niklowych (2012 r.). Pan dr inż. Paweł Lochyński jest rzadko spotykanym przykładem naukowca doskonale łączącego wiedzę z praktyką.

5.2. Ocena osiągnięć dydaktycznych

Działalność dydaktyczna pana dra inż. Pawła Lochyńskiego związana jest przede wszystkim z Uniwersytetem Przyrodniczym we Wrocławiu, z Wydziałem Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji. W ramach obowiązków dydaktycznych Kandydat prowadził wykłady i ćwiczenia laboratoryjne z takich przedmiotów, jak: *chemia, chemia wody i ścieków, metodologia badań naukowych, chemia budowlana, bezpieczeństwo chemiczne* na kierunkach: Inżynieria Środowiska, Inżynieria i Gospodarka Wodna, Inżynieria Bezpieczeństwa oraz Budownictwo. Kandydat jest autorem programu nowego kursu *bezpieczeństwo procesów technologicznych*. Organizował też zajęcia praktyczne dla studentów w jednostce ratowniczo-gaśniczej oraz w zakładach przemysłowych BOSCH i 3M.

Kandydat był opiekunem 8 prac magisterskich i 11 prac inżynierskich, z których część była realizowana w ramach współpracy z otoczeniem gospodarczym (w tym z JRG-3 we Wrocławiu), zaś 4 prace dyplomowe powstały podczas zagranicznych wyjazdów studentów do Charles University w Pradze. Kandydat był inicjatorem podpisania porozumienia dotyczącego mobilności studenckiej i kadry akademickiej pomiędzy Charles University w Pradze a Uniwersytetem Przyrodniczym we Wrocławiu w ramach programu Erasmus+ (lata akademickie 2015/2016-2020/2021). Pan dr inż. Paweł Lochyński był także opiekunem naukowym doktorantki z TU Dresden podczas jej stażu naukowego (w ramach programu NAVA).

Pan dr inż. Paweł Lochyński pełni rolę promotora pomocniczego w otwartym w 2019 r. przewodzie doktorskim (tytuł rozprawy: *Usuwanie niklu ze ścieków pochodzących z obróbki stali chromowo-niklowych*).

Powyższe zestawienia wskazują, iż pan dr inż. Paweł Lochyński ma wieloletnie doświadczenie dydaktyczne, a swoją wiedzę stara się przekazywać studentom nie tylko podczas standardowych zajęć, ale też podczas zajęć praktycznych w zakładach przemysłowych.

5.3. Ocena działalności organizacyjnej i popularyzującej naukę

Na podkreślenie zasługuje różnorodny charakter działań organizacyjnych, w które angażuje się pan dr inż. Paweł Lochyński. Aktywnie uczestniczył w dniach otwartych Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu oraz w Dniach Wody (2016 r.), organizując pokazy i zajęcia praktyczne dotyczące chromatografii jonowej. Współpracę z młodzieżą szkolną (z ZSET w Rakowicach Wielkich) kontynuował w 2021 r. organizując zajęcia laboratoryjne dotyczące spektrofotometrycznych metod analitycznych. Kandydat jest też współautorem referatu na temat holistycznego nauczania przedmiotów

przyrodniczych, prezentowanego podczas konferencji inaugurującej funkcjonowanie sieci nauczycieli przedmiotów przyrodniczych (2014 r.)

Pan dr inż. Paweł Lochyński angażuje się również w prace na rzecz Uczelni, Wydziału i Instytutu poprzez: przygotowywanie filmu promującego Laboratorium Badań Środowiskowych, opracowanie koncepcji animacji popularno-naukowej promującej projekt *IonsMonit*, przeprowadzenie wykładu w TU Dresden promującego Wydział Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji UP we Wrocławiu, organizację instytutowego seminarium naukowego, koordynowanie współpracy z Institut für Wasserchemie TU Dresden, a także przygotowanie materiałów do e-learningowego szkolenia z BHP.

Pan dr inż. Paweł Lochyński jest członkiem rady programowej kierunku inżynieria bezpieczeństwa. Za swoje osiągnięcia naukowe i wdrożeniowe Habilitant był wielokrotnie nagradzany, m.in. nagrodą zespołową Rektora Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu za cykl publikacji (2016, 2017, 2019 r.) oraz za osiągnięcia naukowe (2021 r.). Kandydat jest też laureatem nagrody *Naukowiec Przyszłości 2021* przyznawanej wyróżniającym się innowatorom.

Podsumowanie i wniosek końcowy

Prace naukowe pana dra inż. Pawła Lochyńskiego mają przede wszystkim charakter użyteczny, z wieloma elementami poznawczymi. Zdecydowana większość przeprowadzonych badań eksperymentalnych dotyczy technologii elektrochemicznych stosowanych w powierzchniowej obróbce stali nierdzewnych, a ich zwięźleniem jest opracowany przez Kandydata matematyczny model umożliwiający określenie granicznego zanieczyszczenia kąpielii procesowej. Zastosowanie modelu w praktyce może dać wymierne korzyści ekonomiczne (poprzez ograniczenie zużycia energii) oraz przyczynić się do ochrony środowiska (ograniczenie ilości emitowanych zanieczyszczeń). Na podkreślenie zasługują liczne projekty wdrożeniowe, w których realizację zaangażowany był Habilitant oraz mocno rozwinięta współpraca z przemysłem, co dopełnia jego sylwetki, jako naukowca i praktyka jednocześnie. Niewątpliwie dorobek naukowy dra inż. Pawła Lochyńskiego przyczynił się do rozwoju nauki w zakresie realizowanej przez niego dyscypliny naukowej inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

Uwzględniając oryginalną wartość naukową i potencjał aplikacyjny osiągnięcia habilitacyjnego w postaci monotematycznego cyklu publikacji pt. *Ograniczenie powstawania zanieczyszczeń w procesie anodowego roztworzenia stali chromowo-niklowych* oraz aktywność naukową, a także predyspozycje Habilitanta do samodzielnej pracy naukowej, oświadczam, iż dr inż. Paweł Lochyński bezsprzecznie spełnia wymagania stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego zawarte w art. 219 ust. 1 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2022, poz. 574). W związku z powyższym wnioskuję o dopuszczenie pana dra inż. Pawła Lochyńskiego do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.



