

**dr hab. inż. Tomasz Kowalik, prof. URK**  
Katedra Melioracji i Kształtowania Środowiska  
Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji  
Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie  
al. Mickiewicza 21, 31–120 Kraków

Kraków, dnia 11 maj 2025 r.

## **RECENZJA**

**osiągnięcia naukowego oraz istotnej aktywności naukowo-badawczej,  
dydaktycznej, organizacyjnej i popularyzującej naukę  
dr inż. Kamila Pochwata  
w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora habilitowanego  
w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych  
w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka**

### **1. Przedmiot oraz podstawa formalno-prawna opracowania recenzji**

Przedmiotem recenzji są trzy osiągnięcia naukowe nt.:

- 1. retencja wymuszona i sterowanie przepływem w nowoczesnych systemach odwodnieniowych,*
- 2. rozwój teorii i udoskonalenie rozwiązań retencyjnych dla miejskich systemów odwodnienia w oparciu o retencję wymuszoną,*
- 3. zastosowanie uczenia maszynowego w modelowaniu wmywania zanieczyszczeń z mikroplastików i ocenie efektywności ściekowych wymienników ciepła,*

przedstawione w postaci cyklu powiązanych tematycznie publikacji naukowych oraz dorobek naukowo-badawczy, dydaktyczny, organizacyjny i popularyzujący naukę Pana dr inż. Kamila Pochwata, który ubiega się o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

Podstawę formalną opracowania niniejszej recenzji stanowi decyzja Rady Doskonałości Naukowej z dnia 12 lutego 2026 r. oraz Uchwała Nr 1/02/2026 Rady Dyscypliny Inżynierii Środowiska, Górnictwa i Energetyki Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza z dnia 25 lutego 2026 r., w sprawie powołania Komisji Habilitacyjnej w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka, wszczętym w dniu 2 grudnia 2025 r. na wniosek dr inż. Kamila Pochwata (zwanego dalej Kandydatem lub Habilitantem). Na podstawie decyzji RDN i Uchwały Rady Dyscypliny Inżynierii Środowiska, Górnictwa i Energetyki Politechniki Rzeszowskiej została mi powierzona rola recenzenta w Komisji Habilitacyjnej, o czym zostałem poinformowany w piśmie z dnia 4 marca 2026 r. (doręczona 19.03.2026r.) przez Pana prof. dr hab. inż. Daniela Słyśa Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynierii Środowiska, Górnictwa i Energetyki Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza. Do pisma dołączona została przygotowana przez Kandydata dokumentacja w wersji papierowej:

- wniosek dr inż. Kamila Pochwata z dnia 02.12.2025 r., skierowany do Rady Dyscypliny

Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka PR – za pośrednictwem Rady Doskonałości Naukowej, o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka;

- dane wnioskodawcy (Załącznik 1);
- poświadczona kopia dyplomu potwierdzającego uzyskanie stopnia doktora (Załącznik 2),
- autoreferat – zawierający charakterystykę biograficzną i opis kariery zawodowej Habilitanta, omówienie dorobku i osiągnięć naukowych oraz informacje o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę (Załącznik 3);
- wykaz osiągnięć naukowych stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka (Załącznik 4);

oraz wersja elektroniczna na nośniku pendrive, zawierająca wniosek i ww. załączniki oraz skany wszystkich opublikowanych prac naukowych osiągnięcia I, II, III (załącznik 5a, 5b, 5c), a także odbyte staże (załącznik 5d); potwierdzenie uczestnictwa w grantach i projektach (załącznik 5e), oświadczenia współautorów (załącznik 6), aktywność w innych jednostkach (załącznik 7) oraz uzyskane patenty i dokonane zgłoszenia patentowe (załącznik 8).

Przedstawiona do oceny dokumentacja została przygotowana zgodnie z wymogami formalnymi stawianymi na etapie ubiegania się o stopień doktora habilitowanego i zawiera wszystkie wymagane aktywności Kandydata.

Recenzję sporządzono w oparciu o otrzymaną w wersji papierowej i elektronicznej dokumentację, mając na uwadze zapisy art. 221 ust. 8 oraz uwzględniając wymagania określone 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 2024 r. poz. 1571 ze zm.). Zgodnie z art. 219 ust. 1 cytowanej ustawy „Stopień doktora habilitowanego nadaje się osobie, która:

- 1) posiada stopień doktora;
- 2) posiada w dorobku osiągnięcia naukowe albo artystyczne, stanowiące znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny, w tym co najmniej:
  - a) 1 monografię naukową wydaną przez wydawnictwo, które w roku opublikowania monografii w ostatecznej formie było ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. a, lub
  - b) 1 cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopiśmie naukowym lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, które w roku opublikowania artykułu w ostatecznej formie były ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. b, lub

- c) 1 zrealizowane oryginalne osiągnięcie projektowe, konstrukcyjne, technologiczne lub artystyczne;
- 3) wykazuje się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej”.

## **2. Sylwetka Habilitanta – wykształcenie i przebieg działalności naukowo-zawodowej**

Pan dr inż. Adam Kamil Pochwat jest absolwentem Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, na którym w roku 2011 ukończył jednolite studia magisterskie na kierunku *inżynieria środowiska* (specjalność: *inżynieria komunalna*). Tytuł zawodowy magistra inżyniera uzyskał na podstawie wykonanej pod opieką Prof. dr hab. inż. Józefa Dziopaka pracy magisterskiej, pt. „*Projekt techniczny wariantowych rozwiązań zbiornika retencyjnego uśredniającego dopływ do oczyszczalni ścieków*”. Uchwałą z dnia 28 października 2015 roku, Rada Wydział Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury Politechniki Rzeszowskiej nadała mu stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, specjalności wodociągi i kanalizacje, na podstawie obronionej dysertacji, pt. „*Retencja wód opadowych w małych zlewniach miejskich*”, której promotorem był dr hab. inż. Daniel Słyś. recenzentami pracy doktorskiej byli: prof. dr hab. inż. Janusz Jeżowiecki i prof. dr hab. inż. Maciej Maciejewski.

Kandydat po ukończeniu studiów, rozpoczął we wrześniu 2011 roku pracę zawodową w Katedrze Infrastruktury i Ekorozwoju Politechniki Rzeszowskiej:

- od 19.09.2011 r. do 30.09.2018 r. na stanowisku Asystent w Katedrze Infrastruktury i Ekorozwoju Politechniki Rzeszowskiej;
- od 1.10.2018 r. do obecnie r. na stanowisku Adiunkta w Katedrze Infrastruktury i Gospodarki Wodnej Politechniki Rzeszowskiej;
- od 03.12.2024 r. do obecnie Członek komitetu sterującego Rządowym Programem Strategicznym Hydrostrateg *Innowacje dla gospodarki wodnej żeglugi śródlądowej*;
- od 04.03.2016 r. do 07.07.2017 r. Zatrudnienie w Wyższej Szkole Inżynieryjno-Ekonomicznej z siedzibą w Rzeszowie.

Pan dr inż. Kamil Pochwat podnosił swoje kompetencje poprzez uczestnictwo w licznych krajowych i zagranicznych konferencjach naukowych oraz ukończone studia podyplomowe: *Technologia BIM w projektowaniu i realizacji inwestycji budowlanych*, na Politechnice Rzeszowskiej, Wydziale Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury. Odbił jedno i sześć miesięcy staż naukowy.

Z otrzymanej dokumentacji wynika, że Kandydat nie ubiegał się dotychczas o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

### 3. Opis oraz ocena formalna i merytoryczna osiągnięcia naukowego Habilitanta

Osiągnięciem naukowym dr inż. Kamila Pochwata, stanowiącym podstawę ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego, zgodnie z art. 219 ust. 1 pkt. 2 lit. b ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2024 r. poz. 1571 ze zm.), jest cykl powiązanych tematycznie oryginalnych artykułów naukowych stanowiących trzy osiągnięcia pod tytułem:

1. Retencja wymuszona i sterowanie przepływem w nowoczesnych systemach odwodnieniowych,
2. Rozwój teorii i udoskonalenie rozwiązań retencyjnych dla miejskich systemów odwodnienia w oparciu o retencję wymuszoną,
3. Zastosowanie uczenia maszynowego w modelowaniu wymywania zanieczyszczeń z mikroplastików i ocenie efektywności ściekowych wymienników ciepła.

W skład pierwszego osiągnięcia tego monotematycznego cyklu publikacji wchodzi sześć w języku angielskim prac naukowych (w kolejności jak w Autoreferacie – Zał. 3: str. 4):

- 1) Artykuł C\_A1: **Pochwat K.** (2025). Digital upgrade of drainage detention devices for forced retention. *Journal Environmental Management*, <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.123840>, [udział Habilitanta: 100%; liczba punktów: 200; IF: 8,4].
- 2) Artykuł C\_A2: **Pochwat K.** (2025). Digital upgrade of drainage detention devices for forced retention. *Journal Environmental Management*, <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.123840>; [udział Habilitanta: 100%; liczba punktów: 200; IF: 8,4].
- 3) Artykuł C\_A3: **Pochwat K.** (2025). Assessment method for the hydraulic efficiency of urban drainage system components. *Journal of Hydrology*, <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2025.132975>; [udział Habilitanta: 100%; liczba punktów: 140; IF: 6,3].
- 4) Artykuł C\_A4: **Pochwat K.** (2022). Assessment of Rainwater Retention Efficiency in Urban Drainage Systems-Model Studies. *Resources*, <https://doi.org/10.3390/resources11020014>; [udział Habilitanta: 100%; liczba punktów: 100; IF: 3,3].
- 5) Artykuł C\_A5: **Pochwat K., & Pizzo H.** (2022). Analysis of the Hydraulic Efficiency of a Steerable Detention Tank—Simulation Studies. *Hydrology*, <https://doi.org/10.3390/hydrology9120217>; [udział Habilitanta: 95%; liczba punktów: 20; IF: 3,2]
- 6) Artykuł C\_A6: **Pochwat K.** (2017). Hydraulic analysis of functioning of the drainage channel with increased retention capacity. In *E3S web of conferences* (Vol. 17, p. 00075). EDP Sciences.; [udział Habilitanta: 100%; liczba punktów: 15; IF: 0].

Osiągnięcie obejmuje badania nad opracowaniem koncepcji retencji wymuszonej

[C\_A6]), rozwoju procedury oceny efektywności struktur retencyjnych [C\_A2, C\_A3, C\_A4] oraz integracji zdecentralizowanych obiektów retencyjnych funkcjonujących w ramach retencji wymuszonej z siecią odwodnieniową z wykorzystaniem technik cyfrowych i modelu dzierżawy potencjału retencyjnego [C\_A5, C\_A1].

W skład drugiego osiągnięcia wchodzi zestaw trzech innowacyjnych rozwiązań inżynierskich pod wspólnym tytułem „Rozwój teorii i udoskonalenie rozwiązań retencyjnych dla miejskich systemów odwodnienia w oparciu o retencję wymuszoną”. Osiągnięcie obejmuje opracowanie trzech powiązanych tematycznie innowacyjnych modeli hydraulicznych funkcjonowania zbiorników retencyjnych: (w kolejności jak w Autoreferacie – Zał. 3: str. 6):

- 1) [PAT\_A1] **Pochwat, K.**, Dziopak, J., Słyś D. Zbiornik retencyjny ścieków deszczowych i ogólnospławnych. Patent nr 233981. Data: 03.12.2019 r.; [udział Habilitanta: 50%]
- 2) [PAT\_A2] **Pochwat, K.**, Słyś, D., Piotrowska, B., Kida, M., Wosiek, M., Dubis, D. Urządzenie do gromadzenia i odprowadzania wody deszczowej. Data wpływu dokumentu: 27.09.2022 r. Zgłoszenie patentowe P.442370; [udział Habilitanta: 20%]
- 3) [PAT\_A3] **Pochwat K.**, Słyś D., Piotrowska B. Zbiornik grawitacyjno-pompowy. Patent nr 246822. Data: 11.03.2025 r.; [udział Habilitanta: 48%]

Trzecim osiągnięciem był cykl trzech w języku angielskim publikacji naukowych pod wspólnym tytułem „Zastosowanie uczenia maszynowego w modelowaniu wymywania zanieczyszczeń z mikroplastików i ocenie efektywności ściekowych wymienników ciepła”, (w kolejności jak w Autoreferacie – Zał. 3: str. 8):

- 1) Artykuł CB\_1: Kida, M., Ziembowicz, S., **Pochwat, K.**, & Koszelnik, P. (2022). Experimental and computational hazard prediction associated with reuse of recycled car tire material. *Journal of Hazardous Materials*, 438, 129489; [udział Habilitanta: 20%; liczba punktów: 200; IF: 13,6].
- 2) Artykuł CB\_2: Kida, M., Musiał, M., **Pochwat, K.**, Ziembowicz, S., Koszelnik, P., Strojny, W., Pizzo H., & Bodog, M. (2024). Modeling of microplastics degradation in aquatic environments using an experimental plan. *Journal of Hazardous Materials*, 471, 134396; [udział Habilitanta: 13%; liczba punktów: 200; IF: 11,3].
- 3) Artykuł CB\_3: Stec, A., & **Pochwat, K.** (2025) Assessment of the efficiency of shower wastewater heat exchangers using machine learning-based methods. *Journal of Building Engineering*, 103, 112062; [udział Habilitanta: 50%; liczba punktów: 140; IF: 7,4].

Osiągnięcie obejmuje badania nad modelowaniem procesów środowiskowych. Zastosowano metody uczenia maszynowego do modelowania procesów wymywania zanieczyszczeń z mikroplastików (Załącznik 4, kod: [C\_B1]) wraz z weryfikacją uzyskanych

wyników w odniesieniu do klasycznych metod opartych na funkcjach aproksymujących (Załącznik 4, kod: [C\_B2]). Analogiczne badania przeprowadzono w celu oceny zasadności wykorzystania uczenia maszynowego do modelowania efektywności wymiany ciepła w ściekowych wymiennikach ciepła oraz porównania tych wyników z wynikami uzyskanymi za pomocą analizy regresji (Załącznik 4, kod: [C\_B3])

Wszystkie artykuły naukowe zgłoszone przez Habilitanta do osiągnięcia naukowego, zostały opublikowane w formule otwartego dostępu, w indeksowanych w bazach Web of Science i Scopus czasopismach o ugruntowanej pozycji międzynarodowej, takich jak: *Journal Environmental Management* (2), *Journal of Hazardous Materials* (2), *Journal of Building Engineering* (1), *Journal of Hydrology* (1), *Resources* (1) oraz *Hydrology* (1). Czasopisma te są również ujęte w wykazach czasopism MNiSW oraz zostały przyporządkowane m.in. do dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka, a więc do dyscypliny naukowej, w której Kandydat ubiega się o nadanie stopnia doktora habilitowanego. Sumaryczna wartość wskaźnika wpływu Impact Factor pierwszego osiągnięcia (sześciu artykułów stanowiących spójny tematycznie cykl) wynosi IF = 29,6, łączna liczba punktów według wykazów ministerialnych, zgodnie z rokiem opublikowania poszczególnych prac wynosi 675, trzeciego osiągnięcia wynosi IF = 32,3, a liczba punktów 540, co po uwzględnieniu procentowego udziału Habilitanta – odpowiednio 674 i 145 punkty. Dr inż. Kamil Pochwał przygotował i opublikował większość artykułów samodzielnie. W pierwszym osiągnięciu tylko jeden artykuł był w zespole dwu osobowym, w drugim osiągnięciu dwa w zespołach 3 i jeden 6-osobowym zespole oraz w trzecim w 2, 4 i 6 osobowych zespołach. Należy podkreślić, że w większości publikacji jest On nie tylko pierwszym, ale również korespondencyjnym autorem. W przedłożonej do oceny dokumentacji, Kandydat dokładnie przedstawił swoją rolę i udział w przygotowaniu poszczególnych artykułów naukowych (Zał. 3: str. 5–9) oraz zamieścił oświadczenia wszystkich współautorów (Zał. 6) z niesprecyzowanym udziałem procentowym. Analiza tych materiałów pozwala stwierdzić, że wkład Habilitanta w pracach przygotowujących poszczególne publikacje (osiągnięcia naukowe) był dominujący: w publikacjach pierwszego osiągnięcia indywidualny udział wyniósł prawie 100%, w drugim - kolejnych trzech publikacjach po 60% – średnio 58%. Charakterystyka tego udziału pokazuje, że rola dr inż. Kamila Pochwał była wiodąca i obejmowała wszystkie etapy tworzenia prac naukowych tzn. Habilitant był twórcą hipotez badawczych i pomysłodawcą koncepcji badań oraz brał udział w opracowaniu metodyki badań, prowadzeniu badań terenowych i laboratoryjnych, przygotowaniu wszystkich części każdego manuskryptu do druku, w tym w opracowaniu analizy i interpretacji wyników, przeglądu literatury, dyskusji wyników i podsumowania, odpowiedzi w procesie recenzyjnym, a także pozyskanie finansowania

badania.

Kandydat w Autoreferacie (Załącznik 3) omówił na 32 stronach (str. 9–41) swoje osiągnięcia naukowe, będące podstawą ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego. W skład tego opisu wchodzi: tytuły osiągnięć (str. 4, 5); spis publikacji oraz wchodzących w skład osiągnięć naukowych zawierających informacje o autorach, roku wydania oraz tytule artykułu, czasopiśmie i patencie (str. 4, 6); wstęp, główne cele badawcze, w którym Habilitant krótko uzasadnił celowość podjętych badań i ich znaczenie dla rozwoju dyscypliny oraz dla każdego osiągnięcia przedstawił – I trzy etapy 10 celów badawczych (str. 12–13), II trzy etapy trzy cele badań (str. 27–28), III dwa etapy jeden cel badawczy (str. 35–36); opis uzyskanych wyników, podsumowanie zawierające zdaniem Kandydata najważniejsze osiągnięcia stanowiące znaczny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka (str. 23, 34, 40); praktyczne zastosowanie wyników badań i perspektywy dalszych prac badawczych. W opisie nie została wyodrębniona część „Materiał i metody”, co powoduje trudniejszą analizę tekstu i jest moim zdaniem mankamentem Autoreferatu, ponieważ zmusza czytelnika do sięgnięcia po istotne informacje do poszczególnych publikacji. Natomiast jeśli chodzi o włączone do jednotematycznego cyklu prace naukowe, to Habilitant właściwie je wyselekcjonował ze swojego bogatego dorobku, ponieważ są one spójne tematycznie, zostały właściwie zaplanowane i opracowane na podstawie kilkuletnich badań własnych, a ich poziom merytoryczny jest bardzo dobry.

Coraz większa, zbyt intensywna i nieodpowiednio zaplanowana urbanizacja zlewni miejskich polegająca na zastępowaniu terenów biologicznie czynnych budynkami i powierzchniami nieprzepuszczalnymi, a także postępujące zmiany klimatyczne (występowanie ekstremalnych zjawisk meteorologicznych), znacząco ogranicza zdolność zlewni miejskich do zapewnienia retencji wód opadowych. Prowadzi to w konsekwencji do znacznego zwiększenia spływu powierzchniowego i przeciążeń hydraulicznych działającej infrastruktury odwodnieniowej. Powoduje to występowaniem lokalnych podtopień terenów miejskich, a także pogorszeniem się jakości wód trafiających do odbiorników. Zjawiska te mają charakter globalny i wymagają wdrażania skutecznych strategii zwiększania retencji wód opadowych w zlewniach zurbanizowanych jako elementu niezbędnego w celu ograniczania ryzyka powodziowego, zwiększenia i ochrony zasobów, w tym zwłaszcza wód podziemnych. Takie uwarunkowania generują pilną potrzebę modernizacji i adaptacji istniejących systemów odwodnienia do nowych wymagań ich funkcjonowania.

Habilitant w pierwszym osiągnięciu badawczym w trzech etapach badawczych postawił 10 celów badawczych. W pierwszym etapie celem było: opracowanie koncepcji i układu hydraulicznego rozwiązania, w którym wody opadowe są okresowo magazynowane pod wymuszonym ciśnieniem – poprzez celowe piętrzenie bez użycia urządzeń pompowych – w

ramach nowatorskiej koncepcji nazwanej retencją wymuszoną oraz analiza funkcjonalno-hydrauliczna opracowanego rozwiązania w różnych fazach hydraulicznych jego działania.

W drugim etapie było: rozwój procedury oceny efektywności hydraulicznej urządzeń i obiektów retencyjnych – w tym retencji wymuszonej – opartej na wskaźniku czasu odporności hydraulicznej  $T_g$ , jako uzupełnienia klasycznego modelowania hydrodynamicznego, opracowanie współczynników efektywności retencyjnej, umożliwiających ocenę skuteczności działania różnych typów obiektów retencyjnych w zróżnicowanych warunkach hydraulicznych, przy zastosowaniu ANNs, przeprowadzenie analizy czułości modeli hydraulicznych rozwiązań retencyjnych z wykorzystaniem ANNs, w celu określenia, przy jakich wartościach parametrów hydrologicznych i hydraulicznych określony typ zbiornika retencyjnego osiąga największą efektywność, przeprowadzenie porównawczej analizy efektywności retencji wymuszonej – realizowanej w różnych konfiguracjach hydraulicznych – z efektywnością tradycyjnych rozwiązań zbiornikowych na podstawie badań laboratoryjnych oraz symulacyjnych, ocena hydraulicznych efektów integracji retencji decentralizowanej z rozwiązaniami tradycyjnymi w systemach odwodnieniowych na obszarach zurbanizowanych.

W trzecim etapie: opracowanie i ocena skuteczności zastosowania cyfryzacji oraz sterowania RTC w systemach retencji wymuszonej, z uwzględnieniem ich wpływu na poprawę efektywności hydraulicznej systemu odwodnieniowego, badania zależności pomiędzy parametrami technicznymi i hydraulicznymi a efektywnością systemów retencyjnych wspieranych RTC oraz opracowanie systemu zarządzania wodami opadowymi, opartego na dzierzawie zdecentralizowanej pojemności retencyjnej, zintegrowanego z systemami retencji wymuszonej oraz miejską infrastrukturą kanalizacyjną.

Uzyskane wyniki badań w I etapie przez Habilitanta dostarczyły istotnych informacji i potwierdziły, że model hydrauliczny zbiornika retencyjnego działającego w ramach retencji wymuszonej pozwala na znaczące zwiększenie pojemności retencyjnej systemu odwodnieniowego. Autor stwierdził, że kluczową zaletą jest możliwość magazynowania nadmiaru wód deszczowych lub ścieków ogólnospławnych w komorze retencyjnej bez konieczności obniżania jej dna względem kanału przechwytyjącego. Zastosowanie tego rozwiązania umożliwia utrzymanie wysokiego standardu odwodnienia i poprawę bezpieczeństwa hydraulicznego całego układu. Jednak podczas badań zidentyfikowano trudności w precyzyjnym porównywaniu efektywności hydraulicznej retencji wymuszonej z innymi metodami gospodarowania wodami opadowymi dlatego też Autor w kolejnym etapie (II) skupił się na rozwoju procedury oceny efektywności struktur retencyjnych w zlewniach zurbanizowanych. Rezultatem badań było stworzenie nowej procedury oceny skuteczności rozwiązań retencyjnych w odniesieniu do retencji wymuszonej i klasycznej, która jest ona

oparta na analizie czasu odporności hydraulicznej ( $T_g$ ). Uzyskane wyniki Habilitanta wskazały, że czas odporności hydraulicznej stanowił parametr umożliwiający szacowanie efektywności rozwiązań retencyjnych w których podejścia oparte na porównaniu niezbędnej ich pojemności lub analizie natężenia odpływu wód opadowych nie były możliwe do zastosowania. Równocześnie wykazano, że czas odporności hydraulicznej wyznaczany dla rozwiązań o identycznych kubaturach w systemach o zdeterminowanej wartości redukcji odpływu wód opadowych jest czuły na zmiany topologii układów przewodów oraz parametrów hydraulicznych sieci, stanowiąc uniwersalne i praktyczne narzędzie diagnostyczne przy szacowaniu efektywności hydraulicznej różnych systemów retencyjnych. Wykorzystanie uzyskanych wyników pozwala na dobór hydraulicznie efektywnych rozwiązań retencyjnych, uwzględniając wpływ dopuszczalnego poziomu spiętrzenia na ich działanie oraz optymalną topologię podłączenia. Opracowane wskaźniki oraz modele ML stanowią innowacyjne narzędzie diagnostyczne i prognostyczne w planowaniu systemów odwodnienia miejskiego. Umożliwiają racjonalny wybór technologii dostosowanej do lokalnych warunków hydraulicznych i hydrologicznych, bez konieczności budowania pełnego modelu hydrodynamicznego zlewni. Autor stwierdził, że znacząco usprawni to proces adaptacji systemów odwodnieniowych do nowych warunków hydraulicznych w zlewniach, dla których skalibrowany model hydrodynamiczny systemu jeszcze nie istnieje. Wykorzystanie uzyskanych wyników wspiera projektowanie bardziej zrównoważonych i odpornych na przeciążenia systemów odwodnieniowych. W trzecim etapie obiektem badań było rozwiązanie hydrauliczne oparte na retencji wymuszonej, w tym wspierane systemem sterowania. Badaniom poddano dwa rozwiązania: system DRS (system retencji ze sterowaniem RTC, zaworami sterowanymi i PLC) oraz HSICR (system zwiększający retencję kanałową bez sterowania RTC). Oba warianty porównano z klasycznym systemem kanalizacji deszczowej bez retencji – C. Wyniki dowodzą, że zastosowanie cyfrowego sterowania RTC w systemach retencyjnych pozwala istotnie wydłużyć ich czas odporności hydraulicznej co wpływa na ich efektywność hydrauliczną, szczególnie przy wyższych natężeniach dopływu. Wskazują one, że dobór i projektowanie takich systemów powinny uwzględniać zmienność parametrów hydraulicznych oraz możliwość ich kontrolowania w czasie rzeczywistym. Ponadto Autor wykazał, że inteligentne, sterowane podziemne zbiorniki retencyjne zwiększają elastyczność i bezpieczeństwo hydrauliczne systemu odwodnieniowego, umożliwiają ograniczenie rozmiaru centralnych zbiorników retencyjnych i lepsze dostosowanie rozwiązań inżynierskich do warunków lokalnych. Dodatkowo takie podejście oferuje potencjał korzystnej dzierżawy pojemności retencyjnej z terenów prywatnych na potrzeby miejskiego systemu odwodnienia, co stanowi nowatorskie podejście umożliwiające integrację rozproszonych zasobów z infrastrukturą publiczną. Habilitant

potwierdził, że zastosowanie systemów RTC w rozwiązaniach retencji wymuszonej pozwala na zwiększenie efektywności systemu oraz stwarza warunki do wdrażania mechanizmu dzierżawy potencjału retencyjnego.

Przeprowadzone badania potwierdziły potrzebę opracowywania nowych, alternatywnych rozwiązań retencyjnych, dostosowanych do współczesnych realiów przestrzennych, klimatycznych i instytucjonalnych. Wykazano, że efektywność hydrauliczna systemów odwodnieniowych współdziałających z retencją wymuszoną może być oceniana przy wykorzystaniu wskaźników efektywności, w tym metod opartych na uczeniu maszynowym. Kluczowym parametrem w tym procesie jest czas odporności hydraulicznej, rozumiany jako czas do osiągnięcia maksymalnego poziomu spiętrzenia wody w systemie.

Równocześnie potwierdzono, że opracowany innowacyjny model hydrauliczny zbiornika funkcjonującego w ramach retencji wymuszonej zwiększa retencyjność istniejących systemów odwodnieniowych oraz umożliwia wdrożenie mechanizmu dzierżawy potencjału retencyjnego w obiektach prywatnych. Zastosowanie w nim systemu RTC (Real-Time Control) dodatkowo intensyfikuje wydajność hydrauliczną, wyznaczaną na podstawie czasu odporności hydraulicznej.

Drugim osiągnięciem było opracowanie trzech ściśle powiązanych tematycznie rozwiązań inżynierskich (uzyskane patenty), które stanowią odpowiedź na kluczowe wyzwania związane z adaptacją miejskich systemów odwodnienia do zmieniających się warunków klimatycznych, intensywnej urbanizacji oraz ograniczeń przestrzennych i finansowych. Rozwiązania te:

- opracowanie modułowego zbiornika retencyjnego, który pozwala na modernizację istniejących systemów kanalizacyjnych w sposób korzystny ekonomicznie, elastyczny i zrównoważony, bez konieczności kosztownej przebudowy,
- zastosowanie inteligentnego akumulatora wód deszczowych opartego na technologii IoT umożliwia znaczące zwiększenie zdolności retencyjnej systemu kanalizacyjnego bez potrzeby zmiany głębokości posadowienia sieci,
- zbiornik grawitacyjno-pompowy o zwiększonej pojemności komory przepływowej,

dzięki synergii spowodują możliwości tworzenia kompleksowych, skalowalnych i zdecentralizowanych systemów retencji miejskiej. Oryginalna koncepcja modułowa wpisuje się bezpośrednio i technicznie wspiera adaptację miast do postępujących zmian klimatu i nowych warunków funkcjonowania. Wdrożenie i upowszechnienie w szerokiej skali opracowanej innowacji zwiększy znacznie odporność infrastruktury na przeciążenia hydrauliczne, co wpłynie też pozytywnie na promocję zrównoważonego rozwoju urbanistycznego aglomeracji miejskich i osiedli. Opracowane rozwiązania mogą stanowić podstawę do wdrażania innowacyjnych modeli zarządzania zasobami wodnymi, w tym

mechanizmów rynkowych opartych na dzierżawie pojemności retencyjnej, co zwiększa ich atrakcyjność inwestycyjną oraz społeczną akceptację.

Trzecim osiągnięciem bardzo ważnym z punktu ochrony środowiska było modelowanie procesów środowiskowych, takich jak wymywanie zanieczyszczeń z mikroplastików do środowiska wodnego czy ocena efektywności cieplnej ściekowych wymienników ciepła, która stanowi także istotne znaczenie z perspektywy inżynierskiej. Habilitant podjął się opracowania i walidacji narzędzi predykcyjnych (opartych na ML) umożliwiających modelowanie wybranych procesów środowiskowych istotnych z punktu widzenia inżynierii i ochrony środowiska. Głównym celem badań Habilitanta było stworzenie modelu pozwalającego na dokładną analizę wrażliwości i identyfikację kluczowych czynników wpływających na badane procesy. W tym kontekście głównym założeniem było wykorzystanie i porównanie zarówno klasycznych metod regresji, jak i zaawansowanych technik uczenia maszynowego w postaci sztucznych sieci neuronowych do budowy modeli charakteryzujących się wysoką dokładnością predykcji.

Badania pozwoliły Habilitantowi opracować i zweryfikować empiryczny model statystyczny, oparty na wielomianowych funkcjach aproksymujących umożliwiający prognozowanie emisji DEHP z mikroplastików w zależności od warunków środowiskowych, wskazując rozdrobnienie cząstek jako kluczowy czynnik zwiększający uwalnianie tego zanieczyszczenia do wody oraz pozwoliły na opracowanie i weryfikację modeli regresyjnych i sztucznych sieci neuronowych (ANN), które umożliwiają precyzyjne przewidywanie możliwej sprawności odzysku ciepła w systemach DWHR na podstawie danych eksperymentalnych oraz identyfikację kluczowych parametrów wpływających na ich efektywność w warunkach zbliżonych do rzeczywistych.

Uzyskane przez Habilitanta wyniki badań stanowią istotny wkład w rozwój narzędzi wspomagających procesy projektowe, decyzyjne i analityczne w obszarze inżynierii środowiska.

Po szczegółowym zapoznaniu się z publikacjami i patentami włączonymi do monotematycznego cyklu będącego podstawą ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego, zgadzam się z przedstawionymi przez Kandydata w Autoreferacie najważniejszymi osiągnięciami stanowiącymi oryginalny wkład w dyscyplinę inżynieria, górnictwo i energetyka, do których należy zaliczyć:

#### **Osiągnięcie I –**

- efektywność hydrauliczna systemów odwodnieniowych współdziałających z retencją wymuszoną może być oceniana przy wykorzystaniu wskaźników efektywności, w tym metod opartych na uczeniu maszynowym. Kluczowym parametrem w tym procesie jest czas odporności hydraulicznej, rozumiany jako czas do osiągnięcia maksymalnego

poziomu spiętrzenia wody w systemie. Równocześnie potwierdzono, że opracowany innowacyjny model hydrauliczny zbiornika funkcjonującego w ramach retencji wymuszonej zwiększa retencyjność istniejących systemów odwodnieniowych oraz umożliwia wdrożenie mechanizmu dzierżawy potencjału retencyjnego w obiektach prywatnych. Zastosowanie w nim systemu RTC (Real-Time Control) dodatkowo intensyfikuje wydajność hydrauliczną, wyznaczaną na podstawie czasu odporności hydraulicznej.

#### **Osiągnięcie II –**

- opracowanie modułowego zbiornika retencyjnego pozwala na modernizację istniejących systemów kanalizacyjnych w sposób korzystny ekonomicznie, elastyczny i zrównoważony, bez konieczności kosztownej przebudowy. Rozwiązanie to może być stosowane zarówno w nowych, jak i modernizowanych systemach odwodnieniowych, zwiększając jednocześnie bezpieczeństwo hydrauliczne zlewni, czego efektem jest obniżenie poziomu ryzyka podtopień miejskich.
- zastosowanie inteligentnego akumulatora wód deszczowych opartego na technologii IoT umożliwia znaczące zwiększenie zdolności retencyjnej systemu kanalizacyjnego bez potrzeby zmiany głębokości posadowienia sieci. Umożliwia on budowę zdecentralizowanej, współdzielonej sieci retencyjnej poprzez integrację indywidualnych akumulatorów na terenach prywatnych, z opcją odpłatnej dzierżawy pojemności retencyjnej przez operatorów miejskich systemów odwodnieniowych. Rozwiązanie to ogranicza koszty inwestycyjne i eksploatacyjne, poprawia bezpieczeństwo hydrauliczne zlewni oraz wspiera cyfryzację infrastruktury wodnej zgodnie z ideą inteligentnych miast,
- Zbiornik grawitacyjno-pompowy o zwiększonej pojemności komory przepływowej stanowi innowacyjne rozwiązanie inżynierskie umożliwiające budowę efektywnych i korzystnych ekonomicznie struktur retencyjnych w warunkach ograniczonej dostępności przestrzennej. Dzięki eliminacji konieczności różnicowania poziomów między kanałami dopływowymi i odpływowymi pozwala on na łatwiejszą integrację z istniejącą infrastrukturą kanalizacyjną, zapewnia zmniejszenie kosztów inwestycyjnych i ograniczenie częstotliwości funkcjonowania układów pompowych,

#### **Osiągnięcie III –**

- wykorzystanie sztucznych sieci neuronowych stanowi przydatne narzędzie do prognozowania wymywania zanieczyszczeń z mikrocząstek zużytych opon (mikroplastików), w szczególności plastyfikatorów takich jak estry kwasu ftalowego i innych związków organicznych (m.in. benzenodiamina, fenol, benzotiazol, benzen), pozwalając przewidywać ich emisję do środowiska wodnego w zależności od lokalnych warunków takich jak temperatura, pH, czas inkubacji czy rozmiar cząstek.

- sztuczne sieci neuronowe okazały się skutecznym narzędziem do analizy wrażliwości procesu wymywania związków organicznych z mikroplastików pochodzących z zużytych opon, umożliwiając identyfikację i ocenę wpływu kluczowych parametrów środowiskowych – takich jak temperatura medium, wielkość frakcji cząstek, pH oraz czas kontaktu z wodą.
- opracowano i zweryfikowano funkcje aproksymujące, które umożliwiają precyzyjne szacowanie stężenia DEHP uwalnianego z mikroplastików w zależności od temperatury, czasu degradacji i wielkości cząstek tworzywa z wykorzystaniem teorii planowania doświadczeń DOE. Zastosowanie tych metod modelowania znacząco ogranicza potrzebę kosztownych i czasochłonnych eksperymentów laboratoryjnych. Jednocześnie wspiera efektywne planowanie i realizację strategii ograniczania emisji zanieczyszczeń i zarządzania odpadami tworzyw sztucznych.
- badania potwierdziły walory praktyczne opracowanych modeli regresyjnych i modele opartych na metodach uczenia maszynowego. W tym także sztuczne sieci neuronowe, które stanowią skuteczne narzędzia predykcyjne do oceny efektywności odzysku ciepła w systemach DWHR (Drain Water Heat Recovery). Modele regresyjne wykazały wysoką dokładność walidacji (0,994 dla wymiennika poziomego oraz 0,998 dla wymiennika pionowego), porównywalną z wynikami osiąganymi przez sztuczne sieci neuronowe (odpowiednio 0,995 i 0,999). Jednocześnie analiza wyników pokazała, że sieci neuronowe lepiej odwzorowują złożone, nieliniowe zależności między zmiennymi, co czyni je szczególnie przydatnymi w bardziej złożonych przypadkach predykcji temperatury podgrzanej wody (dla której nie uzyskano zadowalających wyników przy zastosowaniu analizy regresji).
- zastosowanie tych modeli umożliwia wyeliminowanie czasochłonnych i kosztownych badań laboratoryjnych przy ocenie efektywności odzysku ciepła. Wystarczy znajomość temperatury wody zimnej, by w sposób wiarygodny przewidzieć oczekiwaną sprawność systemu DWHR, co znacząco usprawnia proces projektowania i planowania inwestycji wyposażonych w tego typu rozwiązania energooszczędne.

Z punktu widzenia praktycznego, bardzo cennym wkładem Kandydata w rozwój dyscypliny są wskazane w Autoreferacie – osiągnięcie II, rozwiązania inżynierskie, które stanowią odpowiedź na kluczowe wyzwania związane z adaptacją miejskich systemów odwodnienia do zmieniających się warunków klimatycznych, intensywnej urbanizacji oraz ograniczeń przestrzennych i finansowych.

**Podsumowanie punktu 3.:** mocną stroną osiągnięcia naukowego autorstwa dr inż. Kamila Pochwata, jest niewątpliwie włączenie wartościowych prac do powiązanego tematycznie cyklu publikacji naukowych, opracowanych na podstawie kilkuletnich badań terenowych



i laboratoryjnych. Doceniam kompleksowy charakter badań, które wymagały od Habilitanta dużych umiejętności w zakresie analizy i interpretacji uzyskanych wyników. Osiągnięcia naukowe zawierają wiele istotnych uzupełnień oraz nowych i ważnych treści, dotyczących **retencji wymuszonej i sterowania przepływem w nowoczesnych systemach odwodnieniowych oraz uczenia maszynowego w modelowaniu wymywania zanieczyszczeń z mikroplastików i ocenie efektywności ściekowych wymienników ciepła**. Z tych względów uznaję, że osiągnięcie naukowe dr inż. Kamila Pochwata wnosi znaczący wkład w rozwój dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka, a tym samym spełnia wymogi art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2024 r. poz. 1571 ze zm.).

#### **4. Ocena innych osiągnięć i aktywności naukowo-badawczych Habilitanta**

Dr inż. Kamil Pochwat swoją działalność naukową rozpoczął już w trakcie realizacji pracy magisterskiej pod opieką Prof. dr hab. inż. Józefa Dziopaka, kiedy to skupił się na analizie wpływu lokalizacji sieciowego zbiornika retencyjnego w kanalizacji ogólnospławnej na nakłady inwestycyjne ponoszone na jego budowę. Już na etapie wykonywania tej pracy sporządził dwa opisy innowacyjnych rozwiązań dotyczące: zbiornika retencyjnego, które uzyskało ochronę patentową i przelewu kanalizacyjnego zarejestrowanego jako wzór użytkowy.

Po ukończeniu studiów rozpoczął pracę w Katedrze Infrastruktury i Ekorozwoju Politechniki Rzeszowskiej, gdzie do sierpnia 2015 roku był zatrudniony na stanowisku asystenta. Okres ten był kluczowy dla rozwoju zainteresowań naukowych Habilitanta (**przed uzyskaniem stopnia doktora**), w szczególności w obszarze retencji wód opadowych oraz modelowania i projektowania miejskich systemów odwodnieniowych. Praca w zespole Prof. Józefa Dziopaka i Prof. Daniela Słysia pozwoliła mu rozwinąć warsztat badawczy i udoskonalić potencjał naukowy, głównie w zakresie modelowania hydrodynamicznego systemów kanalizacyjnych. Zdobyte doświadczenie stanowiło podstawę późniejszych badań nad pomiarami, doborem czujników i programowaniem układów RTC.

Habilitant aktywnie uczestniczył w realizacji wewnętrznych projektów badawczych finansowanych w ramach badań młodych naukowców, gdzie pełnił rolę kierownika czy też był wykonawcą.

Brał czynny udział w konferencjach krajowych i międzynarodowych (14 konferencjach), takich jak Infraeko, ECOpole, Karpat-Medencei Környezetudományi Konferencia, Workshop o Vode, ECOpole'15, EKO-DOK. W ramach tych konferencji prezentowałem wyniki badań i uczestniczyłem w pracach komitetów organizacyjnych. Aktywne uczestnictwo w tych wydarzeniach pozwoliło mu podnieść kwalifikacje naukowe w zakresie metodologii

przewodzenia badań, wymienić doświadczenia naukowe i nawiązać cenne kontakty. Tematyka wystąpień obejmowała m.in. analizę finansową rozwiązań zbiorników retencyjnych, wykorzystania sztucznych sieci neuronowych w wymiarowaniu zbiorników oraz analizy hydrauliczne funkcjonowania obiektów retencyjnych.

W latach 2012–2015 opublikowałem pięć prac naukowych, w tym m.in. rozdział w monografii (załącznik 4). Najważniejszym wnioskiem badawczym wynikającym z przeprowadzonych analiz jest potwierdzenie kluczowej roli funkcjonalności wielozadaniowych rozwiązań technicznych stosowanych w miejskich systemach kanalizacyjnych, których kluczowym zadaniem jest zapewnienie niezawodnego i prawidłowego ich funkcjonowania.

W latach 2012–2015 współtworzył i zgłosił do ochrony patentowej innowacyjne rozwiązania techniczne w zakresie retencji wód opadowych. W 2012 i 2014 roku, za opracowanie pn. *Zbiornika retencyjnego z systemem grawitacyjnego płukania* otrzymał złoty medal na VIII International Salon of Inventions and New Technologies w Sewastopolu oraz srebrne medale na International Warsaw Invention Show (IWIS 2012 i 2014).

W latach 2016–2025, a więc w okresie **po uzyskaniu stopnia doktora**, Habilitant dotychczasowe badania poszerzył, które zapoczątkował podczas realizacji pracy doktorskiej, jednocześnie szukając nowych obszarów badawczych i rozwijając własną, niezależną ścieżkę naukową. Szczególną uwagę poświęcił zagadnieniu efektywności hydraulicznej rozwiązań retencyjnych stosowanych w systemach odwodnieniowych. Podczas prac modelowych dostrzegł możliwość zwiększenia bezpieczeństwa hydraulicznego zlewni poprzez maksymalizację sprawności funkcjonowania obiektów retencyjnych. Równolegle prowadził badania nad odzyskiem ciepła z wykorzystaniem ściekowych wymienników typu DWHR. Powyższe problemy badawcze znajdują swoje odzwierciedlenie w przedłożonym dorobku publikacyjnym Habilitanta. Po zapoznaniu się z pracami naukowymi dr inż. Kamila Pochwata stwierdzam, że jego zakres badawczo-rozwojowy miał charakter interdyscyplinarny i jest On specjalistą z zagadnień łączących: retencję wód opadowych, inżynierię kanalizacyjną, odzysku ciepła ze ścieków oraz problematykę mikroplastików w środowisku wodnym. Efektem tej pracy były zarówno rozwiązania patentowe i wdrożeniowe, jak i publikacje naukowe, stanowiące wkład w rozwój innowacyjnych technologii inżynierii środowiska. Tematyka większości publikacji Habilitanta dotyczy bardzo aktualnych i ważnych problemów oraz ma duże znaczenie poznawcze i użytkowe.

Podsumowując, Habilitant pogłębił znacznie badania nad efektywnością grawitacyjnych systemów odwodnieniowych i odzysku ciepła ze ścieków oraz rozwinął kompetencje badawcze, dydaktyczne i zespołowe, tworząc fundament pod dalszą samodzielną pracę naukową. Realizowane w tym okresie badania stanowiły udaną próbę połączenia

wcześniejszych doświadczeń związanych z retencją wód opadowych z nowymi kierunkami badań. Do nich zaliczył odzysk ciepła z instalacji kanalizacyjnych, zastosowanie sztucznej inteligencji w modelowaniu i projektowaniu systemów odwodnienia czy rozwój innowacyjnych urządzeń i obiektów inżynierii komunalnej.

Habilitant posiada bogaty dorobek naukowy i inżynierski, na który biorąc pod uwagę tylko osiągnięcia **po uzyskaniu stopnia doktora**, składa się 31 prac wydanych drukiem a mianowicie:

- oryginalne artykuły naukowe opublikowane w recenzowanych czasopismach ujętych w bazie JCR – 22, w tym 9 włączonych do jednotematycznego cyklu;
- oryginalne artykuły naukowe opublikowane w recenzowanych czasopismach spoza bazy JCR – 9,
- opublikowane rozdziały w recenzowanych monografiach naukowych – 1;
- patenty – 6 w tym 9 włączonych do jednotematycznego cyklu;

Spośród 37 (ogólny dorobek) aż 22 tj. prawie 62% oryginalnych artykułów naukowych zostało opublikowanych w czasopismach indeksowanych w bazie Journal Citations Reports (JCR). Około 63% udział prac wydanych w języku angielskim wskazuje na to, że większość publikacji ma wymiar międzynarodowy. Oryginalne prace twórcze ukazały się drukiem w kilkunastu czasopismach naukowych, takich jak: Journal Environmental Management (2), Journal of Hazardous Materials (2), Journal of Building Engineering (1), Journal of Hydrology (1), Resources (1) oraz Hydrology (1), Journal of Civil Engineering Frontiers (1), Proceedings of ECOpole (2), Inżynierii Lądowej, Środowiska i Architektury/Journal of Civil Engineering, Environment and Architecture (3), Magazyn Autostrady (1), Gaz, Woda i Technika Sanitarna (1), Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej. Budownictwo i Inżynieria Środowiska (2). Wybór przez Habilitanta czasopism uznaję za odpowiedni, ponieważ większość z nich ma wyrobioną markę w środowisku naukowym, a ranga naukowa kilku kolejnych wzrasta. Natomiast dwa czasopisma wymienione jako ostatnie, w czasie kiedy Habilitant publikował w nich swoje prace badawcze, były uznanymi czasopismami branżowymi z zakresu inżynierii, kształtowania i ochrony środowiska.

Habilitant jest samodzielnym autorem dziewięciu publikacji (24%) oraz współautorem 28 (76%) opublikowanych artykułów naukowych, w których 25-krotnie był pierwszym (68%) lub drugim (19%) autorem. Taką strukturę autorską można uznać za dominującą, ponieważ z jednej strony wskazuje ona na dużą samodzielność oraz dużą umiejętność pracy w grupie. Należy również podkreślić, że bardzo dynamiczny rozwój publikacyjny Kandydata nastąpił po uzyskaniu stopnia doktora, gdyż w okresie wcześniejszym wydał On drukiem tylko 4 publikacje naukowe i 1 rozdział w monografii naukowej.

Za opublikowane prace naukowe, obliczona zgodnie z rokiem wydania łączna ilość

punktów według wykazów czasopism MNiSW wynosi 2543, w tym po doktoracie Habilitant uzyskał 2528 punktów. Sumaryczna wartość wskaźnika wpływu Impact Factory (IF), za artykuły naukowe opublikowane w czasopismach z listy JCR wynosi 102,58. Po odliczeniu liczby punktów oraz wartości IF za publikacje ujęte w jednotematycznym cyklu, liczba punktów za pozostały dorobek naukowy po uzyskaniu stopnia doktora wynosi 1328, a wartość wskaźnika IF jest równa 41,68. Liczba cytowań prac Habilitanta (stan na 28.04.2026 r.) wynosi według referencyjnej bazy Web of Science Core Collection 320 (286 bez autocytowań), a według bazy Scopus – 430. Wartość indeksu Hirscha Jego dorobku naukowego według bazy Web of Science i bazy Scopus wynosi 12. Moim zdaniem, dorobek dr inż. Kamila Pochwata wyrażony liczbą opublikowanych prac naukowych i wartościami wskaźników naukometrycznych jest znaczący.

Dobłą stroną Habilitanta jest umiejętność pracy w zespołach badawczych realizujących projekty finansowane w drodze konkursowej. Z przedstawionej do oceny dokumentacji wynika, że po uzyskaniu stopnia doktora uczestniczył w pracach 5 takich zespołów, był kierownikiem i wykonawcą w projektach badawczych: trzech finansowanym przez Podkarpackie Centrum Innowacji pn. „Demonstrator systemu sterowania dla rozwiązania: Inteligentny system sterowania indywidualną retencją wód deszczowych dla systemów kanalizacyjnych” (rok 2023); „Inteligentny system sterowania indywidualną retencją wód deszczowych dla systemów kanalizacyjnych” (rok 2022) i „Badanie innowacyjnego wymiennika ciepła odpadowego ze ścieków szarych w obiektach mieszkalnych” (rok 2021), oraz w dwóch projektach badawczych finansowanych przez Narodowe Centrum Nauki w ramach konkursu MINIATURA 4 (Identyfikacja wskaźników służących do opisu retencji kanałowej – 2020-2021 ) i OPUS 27 pt. „Rola starzenia abiotycznego i biotycznego w usuwaniu mikroplastików w procesie koagulacji z wykorzystaniem naturalnych i odpadowych koagulantów” (lata 2025 – obecnie).

Habilitant realizował także siedem innych projektów, w których także pełnił rolę kierownika lub wykonawcy (trzy przed uzyskaniem stopnia doktora i cztery po) takich jak:

- projekt badawczy finansowany w ramach badań młodych naukowców pt. Wpływ zjawisk opadowych na wymiarowanie wybranych elementów systemu kanalizacyjnego (U-670/DS./M);
- projekt badawczy pt. Nowoczesne systemy odwodnień miast (U-549/DS), 2014- 2015 r.
- projekt badawczy finansowany w ramach badań młodych naukowców oraz uczestników studiów doktoranckich pt. Metodyka określenia efektywnego modelu hydraulicznego zbiornika wód deszczowych (U-8653/DS./M).
- Via Express do Sukcesu - realizowany w ramach zadania zleconego przez Ministra Edukacji i Nauki pn. „Politechniczna Sieć VIA CARPATIA im. Prezydenta RP Lecha

Kaczyńskiego”;

- projekt badawczy: pt. Rozwój niskoemisyjnych instalacji budowlanych i systemów komunalnych (DS.BI.18.001);
- projekt finansowany w ramach badań służących rozwojowi młodych naukowców oraz uczestników studiów doktoranckich pt. Analiza wrażliwości teoretycznego modelu zbiornika retencyjnego (DS./M.BI.17.003)
- projekt Regionalna Inicjatywa Doskonałości pn. Regionalne Centrum Doskonałości Inżynieria dla Jakości Życia i Rozwoju Technologii dofinansowany ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa. Nr RID/SP/0032/2024/01 2024 r.

Doceniam również technologiczny dorobek Habilitanta, który jest współautorem 19 zgłoszeń patentowych, z których 14 zostało objęte ochroną w Urzędzie Patentowym Rzeczypospolitej Polskiej. Trzy technologie powstałe w oparciu o patenty, wdrożone zostały w ramach umowy (nr RR-641-7/23), porozumienia oraz licencji (nr NT-644-5/17). Dr inż. Kamil Pochwat uzyskał liczne nagrody i wyróżnienia za rozwiązania technologiczne na krajowych i międzynarodowych targach wynalazków. Współpraca z sektorem gospodarczym ukierunkowana była głównie na udziale Habilitanta w konferencjach o profilu gospodarczo-naukowym oraz wygłaszaniu prelekcji skoncentrowanej na komercjalizacji badań. Dr inż. Kamil Pochwat ma także w swoim dorobku wykonanie dwóch ekspertyz na zamówienie instytucji publicznych.

Habilitant od roku 2024 jest ekspertem w Narodowym Centrum Badań i Rozwoju (NCBR), gdzie recenzował trzy wnioski o finansowanie badań naukowych w ramach strategicznego programu badawczego *Hydrostrateg* (ekspert wiodący w panelu oceniającym). W latach 2016–2025 wykonał 61 recenzji dla 20 czasopism naukowych. Te wymienione aktywności eksperckie świadczą o uznaniu i rozpoznawalności Kandydata w środowisku naukowym.

Od 2020 r. Habilitant jest członkiem Stowarzyszenia Hydrologów Polskich (SHP). Członek *Editorial Board* w czasopiśmie *Water* (MDPI). W latach 2012, 2014, 2016, 2017 i 2018 r. został zaproszony do pracy w komitetach organizacyjnych konferencji Naukowo-Technicznych INFRAEKO.

Wyniki swoich badań, dr inż. Kamil Pochwat przedstawił w formie 14 referatów na konferencjach międzynarodowych i krajowych, z czego 8 referatów zaprezentował po uzyskaniu stopnia doktora. Za prowadzoną działalność naukową, Habilitant otrzymał Dyplom Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego za projekt *Multimedialna sieć komunalna* (Warszawa, 2015); złoty medal z wyróżnieniem za innowacyjne rozwiązanie *Instalacja obiektów retencyjnych* na International Warsaw Invention Show IWIS 2015 (Warszawa); złoty medal za rozwiązanie patentowe *Multimedialna sieć komunalna* na International Warsaw Invention

Show IWIS 2014 (Warszawa); srebrny i brązowy medal za dwa rozwiązania patentowe (1) *Zbiornik retencyjny z systemem grawitacyjnego płukania* i (2) *Przelew kanalizacyjny* na IWIS 2012 i 2014 (Warszawa) oraz na wystawie VIII International Salon of Inventions *New Time* (Sewastopol, 2012).

**Podsumowanie punktu 4.:** stwierdzam, że Habilitant jest autorem lub współautorem licznych publikacji wydanych w czasopismach znajdujących się w bazie JCR oraz w tzw. „punktowanych” czasopismach międzynarodowych i krajowych spoza tej bazy; jest współautorem zgłoszeń patentowych i rozdziałów w monografiach naukowych; jest współtwórcą wynalazków i wdrożonych technologii; legitymuje się znaczącymi wartościami wskaźników naukometrycznych i współpracą z otoczeniem społeczno-gospodarczym; pełnił różne funkcje w projektach finansowanych w drodze konkursowej oraz w innych projektach i zadaniach badawczych; jest członkiem towarzystw naukowych, ekspertem w zespołach oceniających i konkursowych oraz recenzentem publikacji dla renomowanych czasopism naukowych; prezentował referaty na sympozjach i konferencjach oraz był członkiem komitetów organizacyjnych cyklicznych konferencji; został nagrodzony za działalność naukową. Moim zdaniem, dr inż. Kamil Pochwat posiada pod względem ilościowym i jakościowym wartościowy dorobek naukowy, który znacząco powiększył po uzyskaniu stopnia naukowego doktora. W zakresie aktywności i osiągnięć naukowo-badawczych spełnia wymogi stawiane kandydatom ubiegającym się o stopień naukowy doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynierjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

#### **5. Ocena aktywności naukowej realizowanej w więcej niż jednej uczelni lub instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej**

Aktywność naukowa dr inż. Kamila Pochwata obejmuje szereg działań realizowanych w ścisłej współpracy z krajowymi i zagranicznymi ośrodkami naukowymi. Były to zarówno staże badawcze, współautorstwa publikacji jak i kierowanie zespołami wieloinstytucjonalnymi.

W 2018 roku odbył miesięczny staż badawczy w Katedrze Zaopatrzenia w Wodę i Usuwania Ścieków na Wydziale Inżynierii Środowiska Politechniki Lubelskiej, który był ukierunkowany na metody komputerowego wspomaganie modelowania z wykorzystaniem narzędzi uczenia maszynowego. Habilitant szczególną uwagę poświęcił problematyce dotyczącej zbiorników retencyjnych współpracujących z siecią odwodnieniową, rozwoju funkcjonalności sterowania w czasie rzeczywistym (RTC) i wykorzystania uczenia maszynowego przy rozwiązywaniu zagadnień w problemach środowiskowych. Równocześnie podczas pobytu na stażu nawiązał kontakty naukowe z pracownikami uczelni

goszczącej, które zaowocowały rozpoczęciem współpracy z dr. inż. Pawłem Suchorabem. W jej wyniku powstał nowy zespół naukowy, którego zostałem liderem. Projekt dotyczył badań nad opracowaniem prototypu kanalizacyjnego zbiornika grawitacyjno-pompowego dla wód deszczowych w warunkach zbliżonych do rzeczywistych, wraz z dedykowanym systemem sterowania.

W 2012 roku odbył 6-miesięczny staż w firmie Gastro-Bud w ramach programu *Staż sukcesem naukowca*. W trakcie stażu zdobyłem praktyczne doświadczenie w branży budowlanej, równocześnie prowadząc prace badawcze. Efektem końcowym stażu było opracowanie dla przedsiębiorstwa nowego rozwiązania – urządzenia do rozsączania wód opadowych.

Habilitant współpracuje naukowo także z zagranicznymi uczelniami, gdzie realizuje międzynarodowy projekt pt. *Sustainable Rainwater Management in the V4 Countries* finansowany w ramach Visegrad Strategic Program. Projekt realizuje wspólnie z Wyższą Szkołą Techniczną w Brnie (Vysoké učení technické v Brně), Uniwersytetem Technicznym w Koszycach (Technická univerzita v Košiciach), Uniwersytetem Mendla w Brnie (Mendelova univerzita v Brně) i Uniwersytetem w Miskolcu (Miskolci Egyetem). Współpraca ta ma charakter trwały i była kontynuowana także w kolejnych latach, czego efektem było podpisanie w 2023 roku umowy dotyczącej opracowania innowacyjnych rozwiązań z zakresu gospodarki komunalnej. W wyniku tych działań opracowano *spiralny wymiennik ciepła*, który został zgłoszony do ochrony patentowej w UPRP.

Habilitant współpracuje także z:

- badaczem Kristijanem Iličićem z Water Supply and Sewage Ltd, Biuro Dyrektora Generalnego w Zagrzebiu (Chorwacja), w zakresie badań nad metodologią wymiarowania zbiorników retencyjnych,
- Prof. Henrique Pizzo, Wydział Inżynierii Lądowej, Uniwersytet Estácio w Juiz de Fora, w Brazylii oraz w Miejskiej Spółce Wodociągów i Kanalizacji Juiz de Fora, Brazylii. Współpraca ta obejmowała tematykę systemów gospodarowania wodami opadowymi, analizą zanieczyszczeń mikroplastikami i modelowania systemów wodociagowych.
- Prof. Martiną Zelenakovą, Technical University of Košice, Podjęto badania ukierunkowane na opracowanie rozwiązania spiralnego wymiennika ciepła oraz włazu hermetycznego, który jest obecnie w fazie badań,
- prof. Marinela Bodog, Lecturer at University of Oradea, Romania. Wspólne badania nad mikroplastikami.

Habilitant był inicjatorem powstania zespołu badawczego realizującego badania dotyczące technologii inteligentnego zbiornika retencyjnego do poziomu TRL 2, w którego skład weszli specjaliści z Uniwersytetu Rzeszowskiego, Państwowej Wyższej Szkoły

Techniczno-Ekonomicznej w Jarosławiu, Państwowej Akademii Nauk Stosowanych im. ks. Bronisława Markiewicza w Jarosławiu i Państwowej Wyższej Szkoła Zawodowej im. Stanisława Pigonia w Krośnie.

**Podsumowanie punktu 5.:** stwierdzam, że Habilitant odbył dwa staże naukowe i prowadził/prowadzi aktywną współpracę z naukowcami z instytucji krajowych oraz zagranicznych, czego potwierdzeniem są informacje ogólne przedstawione powyżej i zamieszczone w załącznikach nr 3 i 4 szczegółowe opisy tej współpracy: liczne wspólnie zrealizowane tematy i projekty badawcze, opublikowane artykuły naukowe i opracowane patenty, przygotowane i zaprezentowane na konferencjach referaty oraz zorganizowane konferencje, seminaria i warsztaty. W związku z tym aktywność naukową Habilitanta realizowaną w więcej niż jednej uczelni lub instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej, oceniam jako istotną.

#### **6. Ocena dorobku dydaktycznego, organizacyjnego oraz popularyzującego naukę**

Dr inż. Kamil Pochwat pracuje od roku 2011-2018 na stanowisku asystenta w Katedrze Infrastruktury i Ekorozwoju Politechniki Rzeszowskiej, a od roku 2018 do obecnie jako adiunkt na etacie naukowo-dydaktycznym w Katedrze Infrastruktury i Gospodarki Wodnej Politechniki Rzeszowskiej. Prowadzi zajęcia dla studentów studiów stacjonarnych i podyplomowych na kierunkach: Inżynieria Środowiska, Ochrona Środowiska, Budownictwo, Architektura i Energetyka. Prowadzi wszystkie rodzaje zajęć to jest wykłady, ćwiczenia projektowe, laboratoryjne, problemowe z szesnastu przedmiotów. Jest autorem i współautorem treści programowych dla większości z prowadzonych przedmiotów. Opracował również autorski program zajęć z przedmiotów: Projektowanie instalacji w technologii BIM; Modelowanie infrastruktury wodnej i lądowej; Podstawy technologii BIM; Szacowanie potencjału energetycznego odnawialnych źródeł energii. Był opiekunem naukowym (promotorem) 18 prac magisterskich oraz 31 prac inżynierskich. Recenzował 82 prace dyplomowe magisterskie i inżynierskie. Publikował ze studentami w Biuletynie Studenckiego Koła Naukowego Inżynierii Środowiska.

Należy podkreślić, że Habilitant był promotorem pomocniczym w dwóch rozprawach doktorskich obronionych w roku 2020 i 2023.

Od wielu lat kieruje praktykami studenckimi na trzech kierunkach studiów tj. Inżynierii Środowiska, Ochronie Środowiska i Energetyce. Habilitant także bierze czynny udział w działalności organizacyjnej takiej jak:

- prezentacja wyników badań dotyczących opracowanej technologii pt. *Inteligentny system sterowania indywidualną retencją wód deszczowych dla systemów kanalizacyjnych* podczas Carpathian Startup Fest i INTARG 2023, a także promocja tych osiągnięć za pośrednictwem mediów przez Radio Rzeszów oraz Telewizja TVP,
- prowadzenie stron internetowych Międzynarodowej Konferencji INFRAEKO w czterech edycjach w latach 2012, 2014, 2016 i 2018,
- opiekun Koła Naukowego Infrastruktury i Energetyki (KNliE) w latach 2021–2025,
- członek Stowarzyszenia Hydrologów Polskich (SHP) od 2020 roku,
- udział w promocji uczelni w szkołach średnich, mający na celu zachęcenie przyszłych studentów do podjęcia studiów na Politechnice Rzeszowskiej,
- publikacje w dwóch czasopismach branżowych, takich jak *Magazyn Autostrady* i *Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne*, dotyczące rozwiązań hydraulicznych wykorzystywanych w gospodarce wodami opadowymi w zlewniach miejskich,
- pełnienie funkcji członka Komisji ds. Kształcenia Wydziału Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury,
- członek Rady Wydziału Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury Politechniki Rzeszowskiej – kadencja 2021 – 2024.

W latach 2013–2019, dr inż. Kamil Pochwat podnosił swoje kompetencje zawodowe poprzez uczestnictwo w kilkunastu krajowych i międzynarodowych konferencjach naukowych oraz biorąc udział w kilku szkoleniach:

- z zakresu zarządzania zespołem – warsztaty menedżerskie *Kierowanie zespołem* organizowane przez KC Centrum Rozwoju,
- udział w szkoleniu w ramach programu *Staż Sukcesem Naukowca* dotyczącym innowacji i komercjalizacji wyników badań,
- udział w szkoleniu *Komercjalizacja wiedzy* na Politechnice Świętokrzyskiej w ramach programu *Kreator Innowacyjności* Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

**Podsumowanie punktu 6:** stwierdzam, że Habilitant prowadzi zajęcia dydaktyczne w dużym wymiarze; pełni funkcje na Wydziale Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury; wchodził w skład komitetów organizacyjnych konferencji; legitymuje się udziałem w pracach komitetów redakcyjnych czasopism naukowych; otrzymał nagrody za działalność naukowo-techniczno-organizacyjną; popularyzował naukę uczestnicząc w programach telewizyjnych oraz prowadząc zajęcia edukacyjne, prelekcje i szkolenia; jest współautorem artykułów popularnonaukowych; podnosił swoje kompetencje poprzez uczestnictwo w konferencjach, szkoleniach; był promotorem pomocniczym w przewodach doktorskich. Działalność dydaktyczną, organizacyjną i popularyzującą naukę osoby ubiegającej się o nadanie stopnia

naukowego doktora habilitowanego uznaję za wystarczającą.

## 7. Podsumowanie i wniosek końcowy

Na podstawie szczegółowej analizy otrzymanych dokumentów stanowiących podstawę do wykonania oceny formalnej i merytorycznej stwierdzam, że dorobek naukowo-badawczy dr inż. Kamila Pochwata jest wartościowy i ma bardzo duże walory poznawcze oraz użyteczne. Podejmowana przez Habilitanta problematyka naukowa jest bardzo aktualna, gdyż dotyczy retencji wymuszonej i sterowania w miejskich systemach odwodnieniowych, inżynierii kanalizacyjnej, odzysku ciepła ze ścieków oraz problematykę mikroplastików w środowisku wodnym, które są bardzo ważne z punktu widzenia ochrony zasobów naturalnych, co jest priorytetem Unii Europejskiej. Uwzględniając dobry poziom merytoryczny osiągnięć naukowych przedstawionych w postaci powiązanych tematycznie opublikowanych, wdrożonych rozwiązań technicznych pod tytułem „**Retencja wymuszona i sterowanie przepływem w nowoczesnych systemach odwodnieniowych**”, **Rozwój teorii i udoskonalenie rozwiązań retencyjnych dla miejskich systemów odwodnienia w oparciu o retencję wymuszoną**” i „**Zastosowanie uczenia maszynowego w modelowaniu wymywania zanieczyszczeń z mikroplastików i ocenie efektywności ściekowych wymienników ciepła**” stwierdzam, że spełnia ono wymogi art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2024 r. poz. 1571 ze zm.), ponieważ **wnosi znaczący wkład w rozwój dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka**. Ponadto uważam, że pozostałe osiągnięcia naukowo-badawcze, istotna aktywność naukowa realizowana w więcej niż jednej instytucji naukowej, w tym uczelni zagranicznej oraz dorobek dydaktyczny, organizacyjny i działania popularyzujące naukę spełniają w wystarczającym stopniu przesłanki art. 219 ust. 1 pkt. 3 cytowanej ustawy.

**Mając powyższe na uwadze, pozytywnie oceniam dorobek i rekomenduję wniosek dr inż. Kamila Pochwata skierowany do Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwa i Energetyki Politechniki Rzeszowskiej przez Radę Doskonałości Naukowej do dalszych etapów postępowania o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.**

dr hab. inż. Tomasz Kowalik, prof. URK