

Rzeszów, 19.12.2025 r.

Prof. dr hab. inż. Daniel Słyś

Katedra Infrastruktury i Gospodarki Wodnej

Wydział Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury

Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza

Recenzja osiągnięć i dorobku naukowego

dr. inż. Tomasza Berezowskiego

w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk
inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo
i energetyka

1. Podstawa opracowania recenzji

Podstawę pracowania recenzji stanowi uchwała Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Politechniki Gdańskiej z dnia nr 23/2025 z dnia 8 października 2025 r., pismo Dziekana Wydziału Inżynierii Lądowej i Środowiska Politechniki Gdańskiej, Pani prof. dr hab. inż. Ewy Wojciechowskiej (znak: Idz.823/WILiS/2025) z dnia 24 października 2025 r., a także komplet dokumentacji habilitacyjnej dr. inż. Tomasza Berezowskiego w formie elektronicznej w skład, której wchodzi:

- wniosek z dnia 15.05.2025 r. o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.
- dane wnioskodawcy.
- kopia dyplomu uzyskania stopnia doktora.
- autoreferat.
- wykaz osiągnięć naukowych albo artystycznych, stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny.
- oświadczenia o udziale autorów w publikacjach współautorskich stanowiących osiągnięcia naukowe Habilitanta.

2. Sylwetka kandydata

Pan dr inż. Tomasz Berezowski był stypendystą na Wolnym Uniwersytecie w Brukseli w okresie od 01 lipca 2015 do 30 września 2015 roku. W dniu 11 września 2015 roku obronił pracę doktorską pt. „Śnieg w modelowaniu hydrologicznym zlewiska Biebrzy” na Wolnym Uniwersytecie w Brukseli i uzyskał stopień doktora inżynierii.

W okresie od dnia 01 października 2015 roku do 31 stycznia 2017 roku pracował jako asystent w Szkole Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Od dnia 1 lutego 2017 roku jest zatrudniony na stanowisku adiunkta na Politechnice Gdańskiej na Wydziale Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki.

3. Osiągnięcia naukowe wskazane przez Habilitanta za podstawę ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego

Habilitant jako podstawę do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego wskazał dwa osiągnięcia stanowiące:

- cyklu artykułów nt.: „Modelowanie wpływu zmiany klimatu na środowisko dolin rzecznych”, oraz
- cyklu artykułów nt.: „Metodyka modelowania wezbrań i powodzi przy użyciu danych przestrzennych”.

Pierwsze osiągnięcie stanowi cykl czterech powiązanych ze sobą tematycznie artykułów:

- A1. Berezowski, T., Wassen, M., Szatyłowicz, J., Chormański, J., Ignar, S., Batelaan, O., & Okruszko, T. (2018). Wetlands in flux: looking for the drivers in a central European case. *Wetlands Ecology and Management*, 26(5), 849-863. IF: 2.25 (2018), 70 pkt. MNiSW.
- A2. Berezowski, T., Partington, D., Chormański, J., & Batelaan, O. (2019). Spatiotemporal dynamics of the active perirheic zone in a natural wetland floodplain. *Water Resources Research*, 55(11), 9544-9562. IF: 4.309 (2019), 140 pkt. MNiSW.
- A3. Berezowski, T., & Partington, D. (2023). Impact of Climate Change on Water Sources and River-Floodplain Mixing in the Natural Wetland Floodplain of Biebrza River. *Water Resources Research*, 59(11), e2023WR035836. IF: 4.6 (2023), 140 pkt., MNiSW.

- A4. Berezowski, T., & Wassen, M. (2023). Using water sources extent during inundation as a reliable predictor for vegetation zonation in a natural wetland floodplain. *Ecological Indicators*, 154, 110854, IF: 7.0 (2023), 200 pkt. MNiSW.

Artykuły tworzące pierwszy cykl publikacji dotyczą szeroko rozumianego wpływu zmian klimatu na środowisko dolin rzecznych, a obiektem badań opisanych we wszystkich publikacjach jest zlewnia rzeki Biebrzy.

Publikacja A1 przedstawia wyniki badań dotyczące zmiany zachodzących w ekosystemach podmokłych określa ich przyczyny, zarówno te pochodzenia naturalnego jak i te pochodzenia antropogenicznego. Głównym celem badań przeprowadzonych przez Habilitanta było zidentyfikowanie kluczowych czynników wpływających na zmiany ekosystemów mokradłowych, ze szczególnym uwzględnieniem długoterminowych trendów klimatycznych i hydrologicznych oraz wpływu na nie działalności człowieka. W pracy poddano analizie zmiany w meteorologii, hydrologii, glebie i roślinności w okresie od lat 60. XX wieku do końca ubiegłego wieku. Uwzględniono również historię ochrony i zarządzania doliną Biebrzy.

W badaniach oparto się na analizie danych meteorologicznych i hydrologicznych, które obejmowały takie parametry jak: temperatura powietrza, wysokość opadów, grubość pokrywy śnieżnej, ewapotranspirację oraz przepływy rzeki Biebrzy w okresie lat 1962–2012. Dane te zostały poddane analizie wraz z mapami zmian w glebie, roślinności oraz użytkowaniu terenu. Dodatkowo przeprowadzono analizy statystyczne, których celem było określenie istotnych trendów zmian badanych parametrów w czasie.

Z kolei, **publikacja A2** ogniskuje się na analizie dynamiki przestrzennej i czasowej w obszarze przejściowym między wodami płynącymi a wodami stojącymi w naturalnej równinie zalewowej na przykładzie doliny rzeki Biebrzy. Badania skupiają się na określeniu zmian zasięgu i intensywności mieszania się wód rzecznych i zalewowych oraz konsekwencji tego mechanizmu na procesy biogeochemiczne i hydrologiczne. W ramach tej publikacji Habilitant był odpowiedzialny za opracowanie modelu HydroGeoSphere, a także przeprowadzenie wszystkich analiz. Wyniki badań, co warto podkreślić, mają charakter użytkowy i mogą być wykorzystane w zarządzaniu zasobami wodnymi oraz w strategiach ochrony obszarów podmokłych.

W **publikacji A3** dokonano analizy wpływu zmian klimatu na zasięg stref wód zdominowanych przez różne źródła wody, w tym: opady atmosferyczne, roztopy śniegu, wody gruntowe i wody rzeczne w ekosystemie bagiennym znajdującym się na terenie



doliny Biebrzy. W pracy skupiono się na kluczowych procesach ekologicznych zachodzących na terenach zalewowych, takich jak zasięg stref wód zdominowanych przez różne źródła wody podczas okresowych zalewów. Strefy te oddziałują na jakość wody, co z kolei ma istotne znaczenie w aspekcie procesów ekologicznych i hydrochemiczne zachodzących w ekosystemie bagiennym.

W ramach badań, których wyniki przedstawiono w tej publikacji Habilitant opracował bardziej zaawansowany model HydroGeoSphere, (w stosunku do modelu użytego w publikacji A2), dokonał analizy danych historycznych i scenariuszy zmian klimatu oraz przeprowadził kompleksowe analizy ich wpływu na badane środowisko.

W ostatniej publikacji A4 cyklu Habilitant dokonał szczegółowej analizy przestrzennego rozmieszczenia stref wód zdominowanych przez różne źródła podczas zalewów oraz ich wpływu na roślinność na obszarach podmokłych, z wykorzystaniem doliny Biebrzy jako obszaru badawczego.

Zakres aktywności naukowej dr. inż. Tomasza Berezowskiego w ramach przygotowywania tej publikacji obejmował m.in. przetwarzanie danych wyjściowych z modelu hydrologicznego HydroGeoSphere, przetwarzanie map roślinności i kompleksowe wykonanie wszystkich analiz. W publikacji wykazano, że roślinność terenów zalewowych, zwłaszcza mokradeł, jest silnie uzależniona od jakości wody, która z jednej strony dostarcza składników odżywczych, a z drugiej może wpływać na rozwój roślinności ze względu na właściwości chemiczne i fizyczne różnych jej źródeł.

Drugie osiągnięcie przedstawione przez Habilitanta stanowi cykl czterech powiązanych ze sobą tematycznie artykułów:

- B1. Berezowski, T., & Chybicki, A. (2018). High-resolution discharge forecasting for snowmelt and rainfall mixed events. *Water*, 10(1), 56. IF 2.524 (2018), 100 pkt MNiSW.
- B2. Gierszewska, M., & Berezowski, T. (2022). On the role of polarimetric decomposition and speckle filtering methods for C-Band SAR wetland classification purposes. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 15, 2845-2860. IF 5.5 (2022), 140pkt MNiSW.
- B3. Berezowski, T., Bieliński, T., & Osowski, J. (2020). Flooding extent mapping for synthetic aperture radar time series using river gauge observations. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 13, 2626- 2638. IF 3.784 (2020), 140pkt MNiSW.

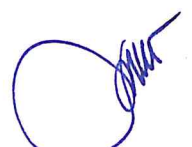
- B4. Berezowski, T., Niemiec, S., & Chybicki, A. (2024). Floodsar: Automatic mapping of river flooding extent from multitemporal SAR imagery. *SoftwareX*, 26, 101717. IF: 2.4 (2024), 200pkt MNiSW.

Publikacja B1 koncentruje się na zagadnieniu prognozowania odpływu w zlewniach, w których istotną rolę odgrywają wezbrania wynikające z jednoczesnego występowania topnienia pokrywy śnieżnej oraz opadów deszczu. Autorzy analizują wpływ tego typu zdarzeń na kształtowanie się odpływu, ze szczególnym uwzględnieniem obszarów zurbanizowanych. W badaniach zastosowano modelowanie o wysokiej rozdzielczości, wykorzystujące dane przestrzenne pochodzące z prognoz numerycznych modeli meteorologicznych oraz metody uczenia maszynowego.

Uzyskane wyniki wskazują, że użycie algorytmu Random Forests, w połączeniu z jawnym uwzględnieniem procesów topnienia śniegu, znacząco poprawia trafność prognoz odpływu. Zaproponowane podejście ma potencjał do wykorzystania w operacyjnych prognozach hydrologicznych w czasie rzeczywistym, zwłaszcza na terenach zurbanizowanych, gdzie skutki złożonych zdarzeń hydrologicznych są szczególnie dotkliwe. Analiza potwierdza również, że łączenie predyktorów meteorologicznych i hydrologicznych prowadzi do budowy bardziej wiarygodnych modeli, lepiej odzwierciedlających rzeczywiste procesy zachodzące w zlewni. Praca ta wnosi istotny wkład w rozwój nowoczesnych metod prognozowania hydrologicznego i podkreśla potrzebę stosowania zaawansowanych technik modelowania w warunkach postępujących zmian klimatu.

Publikacja B2 poświęcona jest analizie znaczenia polarymetrycznych metod dekompozycji oraz technik redukcji szumu speckle w procesie klasyfikacji terenów podmokłych i zalewowych na podstawie obrazowań radarowych SAR w paśmie C. Głównym celem pracy było określenie, w jakim stopniu dobór metod filtracji speckle oraz różnych podejść do dekompozycji polarymetrycznej wpływa na końcową dokładność klasyfikacji mokradeł. Choć wcześniejsze badania potwierdzały użyteczność danych SAR w mapowaniu obszarów podmokłych, zagadnienie wpływu parametrów przetwarzania danych na jakość wyników było dotychczas analizowane w ograniczonym zakresie.

Praca pokazuje, że zarówno wybór metody dekompozycji polarymetrycznej, jak i odpowiednie parametry filtracji speckle mają kluczowe znaczenie dla jakości klasyfikacji terenów podmokłych i zalanych. Wyniki dowodzą, że optymalizacja etapów



przetwarzania danych SAR może w istotny sposób zwiększyć wiarygodność map mokradeł. Badanie dostarcza także praktycznych rekomendacji dotyczących doboru metod analizy danych radarowych, które mogą być wykorzystane w monitoringu środowiska, badaniach ekologicznych oraz w zarządzaniu zasobami wodnymi.

Publikacja B3 przedstawia nową metodę tworzenia map zasięgu zalewów na podstawie wielu obrazów radarowych SAR. Jej celem było opracowanie prostego, lecz skutecznego podejścia, które łączy dane radarowe z poziomem wody w rzece, umożliwiając dokładne określenie obszarów zalewowych. Badania wykazały, że odpowiedni wybór polaryzacji i strefy wokół wodowskazu istotnie wpływa na dokładność mapowania, a prosta metoda progowa może być efektywna przy uwzględnieniu lokalnych warunków hydrologicznych i pogodowych.

Praca wnosi istotny wkład w metodykę określania terenów zalanych przy użyciu danych radarowych i ich kalibracji z rzeczywistymi obserwacjami. Metoda pozwala na automatyczne przetwarzanie długoterminowych serii obrazów SAR, co jest przydatne w monitorowaniu powodzi, analizie ich zasięgu w czasie rzeczywistym oraz wspieraniu weryfikacji modeli hydrologicznych.

Z kolei, **publikacja B4** przedstawia rozwój, działanie i testy oprogramowania Floodsar – otwartoźródłowego narzędzia do automatycznego mapowania obszarów zalewowych na podstawie wieloczasowych obrazów SAR, z częściowym wykorzystaniem wyników publikacji B3. Floodsar integruje dane radarowe z obserwacjami wodowskazów, umożliwiając precyzyjne wyznaczanie zasięgu powodzi w czasie rzeczywistym oraz analizę danych historycznych niezależnie od warunków pogodowych i oświetleniowych. System został zaprojektowany jako uniwersalne rozwiązanie dla badań naukowych i zarządzania kryzysowego. Przetestowano go na trzech zróżnicowanych obszarach: w Kalifornii (USA), w rejonie Yorku (Wielka Brytania) oraz w Dolinie Biebrzy (Polska). Oprogramowanie ma ograniczenia w obszarach o gęstej roślinności lub złożonych strukturach terenowych, jednak planowany jest dalszy rozwój z wykorzystaniem metod uczenia maszynowego. Dzięki otwartemu kodowi, integracji z platformami chmurowymi oraz szerokim możliwościom analitycznym, Floodsar ma potencjał stać się narzędziem referencyjnym w analizach środowiskowych i zarządzaniu powodzią.

Warto podkreślić, że wszystkie publikacje w obu cyklach zostały opublikowane w czasopiśmie znajdujących się na liście czasopism punktowanych MNiSW/MEiN. Są to

czasopisma renomowane o ugruntowanej pozycji i jasnej procedurze recenzowania. Posiadają one również wysokie wartości Impact Factora. Publikacja artykułów w takich czasopismach, niewątpliwie świadczy o wysokim poziomie badań Habilitanta, wadze podejmowanych zagadnień badawczych oraz ich aktualności.

Wszystkie artykuły mają charakter publikacji współautorskich, przy czym jak wynika z przedłożonych oświadczeń wszystkich współautorów bezsprzecznie zasadniczą rolę w ich postawieniu odegrał Habilitant, a pozostałe osoby były odpowiedzialne m.in. za opracowywanie tekstu, korekty testu, przetwarzanie danych, opracowywanie metodologii oraz software.

4. Ocena wkładu osiągnięć Habilitanta w rozwój dyscypliny naukowej

Dr inż. Tomasz Berezowski wniósł istotny wkład w rozwój nauk hydrologicznych i ekologicznych, koncentrując się na badaniach ekosystemów podmokłych oraz hydrologii doliny Biebrzy. W zakresie analizy zmian ekosystemów mokradłowych (Publikacja A1) Habilitant zidentyfikował zarówno czynniki naturalne, jak i antropogeniczne wpływające na zmiany w hydrologii, glebie, roślinności oraz użytkowaniu terenu w okresie kilkudziesięciu lat. Jego prace pozwoliły określić długoterminowe trendy w funkcjonowaniu dolin rzecznych oraz uwzględnić wpływ zmian klimatycznych na struktury ekologiczne. W kolejnych publikacjach (A2–A4) Habilitant opracował i rozwijał model HydroGeoSphere, umożliwiający analizę dynamiki wód rzecznych i zalewowych oraz ich wpływu na procesy biogeochemiczne i roślinność. Badania te pozwoliły również na ocenę wpływu różnych źródeł wody – opadów, topniejącego śniegu czy wód gruntowych – na strukturę ekosystemu, ze szczególnym uwzględnieniem jakości wody i zachodzących procesów ekologicznych. Wyniki tych badań mają wymiar praktyczny, gdyż mogą być wykorzystywane w zarządzaniu zasobami wodnymi oraz w strategiach ochrony obszarów podmokłych.

W zakresie badań hydrologicznych dr Berezowski wniósł znaczący wkład w prognozowanie odpływu oraz monitorowanie zalewów z wykorzystaniem danych radarowych SAR. W publikacji B1 opracował modele uwzględniające wezbrania spowodowane topnieniem śniegu i opadami deszczu, wykorzystując algorytmy uczenia maszynowego, takie jak Random Forests, co pozwoliło znacząco zwiększyć dokładność prognoz w czasie rzeczywistym. Publikacja B2 dotyczyła klasyfikacji terenów podmokłych przy użyciu obrazów SAR, gdzie Habilitant określił wpływ metod dekompozycji

polarymetrycznej i filtracji speckle na skuteczność mapowania mokradeł, wskazując optymalne parametry przetwarzania danych. W publikacji B3 opracował prostą, ale skuteczną metodę mapowania zasięgu zalewów poprzez integrację danych radarowych z obserwacjami poziomu wody, umożliwiając automatyczne przetwarzanie długoterminowych serii danych oraz wspierając weryfikację modeli hydrologicznych. W publikacji B4 Habilitant testował narzędzie Floodsar, umożliwiające automatyczne mapowanie zalewów w czasie rzeczywistym, ewaluowane w zróżnicowanych warunkach klimatycznych i terenowych, z możliwością dalszego rozwoju przy zastosowaniu metod uczenia maszynowego.

Ogólny wkład dr. Berezowskiego w rozwój dyscypliny polega na integracji modeli hydrologicznych, danych SAR i algorytmów uczenia maszynowego w celu poprawy dokładności prognoz oraz mapowania zalewów. Jego działalność łączy badania podstawowe, dotyczące procesów ekologicznych i hydrologicznych, z zastosowaniami praktycznymi w zarządzaniu kryzysowym, ochronie środowiska i monitoringu zasobów wodnych. Ponadto Habilitant przyczynił się do wyznaczenia nowych standardów i metodologii w hydrologii, ekologii mokradeł oraz w wykorzystaniu technologii radarowych w analizach środowiskowych, co czyni jego dorobek istotnym dla dalszego rozwoju dyscypliny.

5. Ocena istotnej aktywności naukowej realizowanej w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej

Dr inż. Tomasz Berezowski prowadził istotną działalność naukową zarówno w kraju, jak i za granicą, co znacząco wzbogaciło jego doświadczenie badawcze oraz umożliwiło nawiązanie współpracy międzynarodowej.

Habilitant odbywał staże naukowe w Flinders University of South Australia, pełniąc funkcję Visiting Scholar w latach 2014–2015 oraz uczestnicząc w wizycie studyjnej w 2019 roku w National Centre for Groundwater Research and Training.

Pobyt w instytucjach zagranicznych umożliwił mu pogłębienie wiedzy eksperckiej w zakresie modelowania hydrologicznego, integracji danych środowiskowych oraz zaawansowanej analizy danych z zastosowaniem teledetekcji.

Jego doświadczenie obejmuje również międzynarodowe projekty badawcze, takie jak SOILPROM w ramach Horizon Europe, dotyczący modelowania transportu

zanieczyszczeń w ekosystemach i ich wpływu na usługi ekosystemowe, oraz AQUIGROW – projekt poświęcony zrównoważonemu gospodarowaniu wodami gruntowymi w warunkach zwiększonego ryzyka suszy. W ramach tych projektów Habilitant pełnił rolę wykonawcy, uczestniczył w pracach interdyscyplinarnych zespołów badawczych i brał udział w koordynacji badań obejmujących różne uczelnie i instytucje naukowe, co świadczy o jego umiejętności pracy w międzynarodowym środowisku naukowym.

Ponadto, jako członek Management Committee w COST Action HARMONIOUS, dr Berezowski uczestniczył w zarządzaniu międzynarodową inicjatywą badawczą dotyczącą harmonizacji technik UAS do monitoringu ekosystemów rolniczych i naturalnych, co dodatkowo potwierdza jego znaczącą aktywność na arenie międzynarodowej.

6. Inne aktywności i osiągnięcia

Dr inż. Tomasz Berezowski wykazuje wszechstronną aktywność naukową obejmującą udział w konferencjach, projektach badawczych, działalność ekspercką i członkostwo w organizacjach naukowych. Po uzyskaniu stopnia doktora prezentował swoje badania na licznych międzynarodowych konferencjach, w tym IGARSS oraz EGU General Assembly, wygłaszając referaty dotyczące prognozowania odpływu, mapowania zalewów przy użyciu danych SAR oraz analiz wpływu zmian klimatycznych na hydrologię mokradeł. Jego wystąpienia obejmowały zarówno referaty ustne, jak i postery, a w 2023 roku pełnił On funkcję przewodniczącego sesji IGARSS poświęconej syntezie i przetwarzaniu obrazów SAR.

Habilitant aktywnie uczestniczył w realizacji projektów krajowych i międzynarodowych, m.in. Marine Port Surveillance System, HabitARS, BIOSTRA TEG II oraz projektach finansowanych przez NCN i NCBiR, pełniąc funkcje zarówno wykonawcy, jak i kierownika. Projekty te dotyczyły m.in. modelowania hydrologicznego, wpływu zmian klimatycznych na ekosystemy mokradłowe oraz zastosowania innowacyjnych technologii teledetekcyjnych.

Dodatkowo dr inż. Tomasz Berezowski angażuje się w działalność organizacyjną i ekspercką, będąc członkiem European Geosciences Union, Senior Member IEEE oraz Reviewers Board czasopisma Frontiers in Water.

Jako recenzent oceniał liczne publikacje w renomowanych czasopismach międzynarodowych, w tym Global Change Biology, Journal of Hydrology, IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing czy Remote Sensing, oraz pełnił funkcję recenzenta w konkursach grantowych OPUS i COST.

Całość jego aktywności wskazuje na wszechstronny wkład Habilitanta w rozwój nauk hydrologicznych, ekologii mokradeł oraz zastosowanie nowoczesnych technologii w monitoringu środowiska, łącząc badania podstawowe, prace praktyczne, działalność organizacyjną i ekspercką zarówno w kraju, jak i na arenie międzynarodowej.

7. Wniosek końcowy

Na podstawie przedstawionej mi do oceny dokumentacji stwierdzam, że dr inż. Tomasz Berezowski w pełni spełnia wymogi ustawowe (Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późniejszymi zmianami) stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego, w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Wobec tego, przedkładam komisji habilitacyjnej wniosek o dopuszczenie dr. inż. Tomasza Berezowskiego do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

