

BIURO OBSŁUGI NAUKI

2026 -05- 19

WPŁYNĘŁO DNIA

Recenzja osiągnięcia oraz aktywności naukowej w postępowaniu habilitacyjnym

Prof. dr hab inż. Andrzej Chydzński

Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki

Politechnika Śląska

Gliwice, 13 maja 2026

Tytuł osiągnięcia: Nowe modele systemów obsługi zgłoszeń o losowej objętości będące istotnymi uogólnieniami klasycznych systemów kolejkowych oraz ich praktyczne zastosowanie w procesie analizy realnych systemów informatycznych o stochastycznym charakterze działania

Habilitant: dr Marcin Ziółkowski

Ocena osiągnięcia naukowego oraz pozostałego dorobku dra Marcina Ziółkowskiego została przygotowana w odpowiedzi na pismo prof. Krzysztofa Gajowniczka, Przewodniczącego Rady Dyscypliny Informatyka Techniczna i Telekomunikacja Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Do przygotowania oceny zostały wykorzystane następujące dokumenty przedstawione przez Habilitanta:

- autoreferat w języku polskim;
- wykaz osiągnięć naukowych;
- kopie 10 artykułów stanowiących cykl powiązanych tematycznie prac;
- kopie 8 oświadczeń dotyczących wkładu poszczególnych współautorów w powstanie artykułów wieloautorskich.

1 Ocena osiągnięcia naukowego

1.1 Zawartość cyklu

Jako swoje główne osiągnięcie naukowe, kwalifikujące do uzyskania stopnia doktora habilitowanego nauk technicznych w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja, Kandydat przedstawia cykl następujących dziesięciu prac:

- [1] Marcin Ziółkowski, *M/G/n/0 Erlang queueing system with heterogeneous servers and non-homogeneous customers*, Bulletin of the Polish Academy of Sciences. Technical Sciences, vol. 66, no. 1 (2018) (pp. 59-66).
- [2] Oleg Tikhonenko, Marcin Ziółkowski, *Single-server queueing system with external and internal customers*, Bulletin of the Polish Academy of Sciences. Technical Sciences, vol. 66, no. 4 (2018) (pp. 539-551).
- [3] Oleg Tikhonenko, Marcin Ziółkowski, Mirosław Kurkowski, *M/G/n/(0, V) Erlang queueing system with non-homogeneous customers, non-identical servers and limited memory space*, Bulletin of the Polish Academy of Sciences. Technical Sciences, vol. 67, no. 3 (2019) (pp. 489-500).
- [4] Oleg Tikhonenko, Marcin Ziółkowski, *Performance evaluation of unreliable system with infinite number of servers*, Bulletin of the Polish Academy of Sciences. Technical Sciences, vol. 68, no. 2 (2020) (pp. 289-297).
- [5] Oleg Tikhonenko, Marcin Ziółkowski, *Queueing systems with random volume customers and their performance characteristics*, Journal of Information and Organizational Sciences, vol. 45, no. 1 (2021) (pp. 21-38).
- [6] Oleg Tikhonenko, Marcin Ziółkowski, Wojciech M. Kempa, *Queueing systems with random volume customers and a sectorized unlimited memory buffer*, International Journal of Applied Mathematics and Computer Science, vol. 31, no. 3 (2021) (pp. 471-486).
- [7] Marcin Ziółkowski, Oleg Tikhonenko, *Single-server queueing system with limited queue, random volume customers and unlimited sectorized memory buffer*, Bulletin of the Polish Academy of Sciences. Technical Sciences, vol. 70, no. 6 (2022) (article i.d. e143647).
- [8] Marcin Ziółkowski, *Multi-server loss queueing system with random volume customers, non-identical servers and a limited sectorized memory buffer*, Bulletin of the Polish Academy of Sciences. Technical Sciences, vol. 71, no. 5 (2023) (article i.d. e146764).

[9] Marcin Ziółkowski, *On applications of computer algebra systems in queueing theory calculations*, Bulletin of the Polish Academy of Sciences. Technical Sciences, vol. 72, no. 4 (2024) (article i.d. e150199).

[10] Oleg Tikhonenko, Marcin Ziółkowski, *$MX/G/1/\infty$ single-server queueing system with random volume customers and multiple vacations*, Bulletin of the Polish Academy of Sciences. Technical Sciences, vol. 72, no. 5 (2024) (article i.d. e150813).

Kandydat jest jedynym autorem trzech publikacji w ramach cyklu. Wszystkie pozostałe prace są pracami współautorskimi z prof. Olegiem Tikhonenko, a w dwóch wypadkach również z prof. Wojciechem Kempą i prof. Mirosławem Kurkowskim.

Celem prac było zbadanie modeli systemów kolejkowych, w których zgłoszenia mają różne rozmiary (lub objętości, jak woli to nazywać Habilitant), zaś czasy ich obsługi mogą zależeć stochastycznie od tych rozmiarów w dowolny sposób. Zbadano różne warianty takich modeli, tzn. z jedną lub wieloma stacjami obsługi, z pojedynczymi lub grupowymi zgłoszeniami, ze skończoną lub nieskończoną poczekalnią (buforem), a także bez poczekalni, oraz wyprowadzono wzory na różne charakterystyki ich wydajności. Szczególną uwagę poświęcono modelom, w których dodatkowo występuje sektoryzacja przestrzeni bufora, konieczna do przechowywania osobno różnych typów informacji zawartych w zgłoszeniach.

W szczególności, w artykule [1] zbadano erlangowski model bez poczekalni, z wieloma stacjami obsługi o różnych charakterystykach, uogólniony na przypadek, gdy zgłoszenia posiadają losowy rozmiar. Głównym wynikiem pracy [1] jest wyprowadzenie wzoru na transformatę Laplace’a–Stieltjesa łącznego rozmiaru zgłoszeń przebywających w systemie w stanie ustalonym. Przy pomocy tego wzoru można łatwo wyznaczyć np. średni łączny rozmiar oraz jego wariancję. Habilitant jest jedynym autorem tego artykułu.

W pracy [2] sformułowano i zbadano model systemu kolejkowego z pojedynczą stacją obsługi i zgłoszeniami o losowym rozmiarze, w którym dodatkowo zgłoszenia są podzielone na dwie klasy o różnych priorytetach obsługi. Dwoma najważniejszymi rezultatami przedstawionymi w [2] są wzory na rozkład liczby zgłoszeń w systemie oraz na prawdopodobieństwo straty zgłoszenia. Głównym autorem pracy [2] jest prof. Tikhonenko, który zaproponował model takiego systemu, jak również sformułował i rozwiązał równania opisujące jego działanie. Tym niemniej dr Ziółkowski wniósł istotny wkład merytoryczny do pracy [2] — wyprowadził wzory na dwa pierwsze momenty łącznego rozmiaru wszystkich zgłoszeń w stanie ustalonym. Obliczenia te były bardzo trudne technicznie, zaś uzyskane wyniki mają kluczowe znaczenie w zastosowaniach modelu.

W artykule [3] przeanalizowano erlangowski model podobny do tego z pracy [1], z wieloma różnymi stacjami obsługi i zgłoszeniami o losowym rozmiarze. Podstawową różnicą w stosunku do [1] jest tu założenie, że sumaryczny rozmiar zgłoszeń w systemie nie może przekraczać pewnej wartości V , zaś zgłoszenia, które w chwili przybycia nie mieszczą się w systemie z powodu tego ograniczenia, są bezpowrotnie tracone. Jak wynika z oświadczenia podpisanego przez wszystkich współautorów, dr Ziółkowski miał największy

udział w powstaniu tej pracy, wynoszący 50% (udział pozostałych autorów to odpowiednio 40% i 10%). W szczególności to Habilitant opracował model matematyczny systemu, wyprowadził równania różniczkowe opisujące jego wydajność oraz uzyskał ich rozwiązania opisujące rozkład liczby zgłoszeń i prawdopodobieństwo straty.

Praca [4] jest poświęcona modelowi systemu ze zgłoszeniami o losowym rozmiarze i zawodnymi stacjami obsługi. W szczególności założono, że stacje obsługi przerywają pracę z powodu konieczności wykonania naprawy lub oszczędzania energii. Co istotne, taka przerwa może trwać losowy czas o dowolnym rozkładzie prawdopodobieństwa. Jak wynika ze stosownego oświadczenia, Habilitant nie jest głównym autorem pracy [4]. Wniósł jednak do niej dość istotny wkład merytoryczny, polegający na analizie przypadków szczególnych, przeprowadzeniu obliczeń symbolicznych i numerycznych dla niektórych konkretnych typów rozkładów prawdopodobieństwa oraz przeprowadzeniu symulacji komputerowych w celu eksperymentalnej weryfikacji modelu matematycznego.

W artykule [5] dokonano ogólnego przeglądu systemów ze zgłoszeniami o losowym rozmiarze i nie zawiera on ważnych nowych wyników naukowych. Pewną wartość mają wykonane tam przez dra Ziółkowskiego szczegółowe obliczenia dla systemów z poissonowskimi zgłoszeniami i wykładniczą obsługą, zarówno dla wariantu, w którym czas obsługi jest niezależny od rozmiaru zgłoszenia, jak i dla wariantu, w którym od niego zależy. Interesująca jest demonstracja większych strat informacji w przypadku zależności proporcjonalnej.

W pracy [6] pojawia się po raz pierwszy koncepcja sektoryzacji pamięci bufora, w której rozmiar zgłoszenia jest charakteryzowany przez wektor, a nie pojedynczą liczbę, zaś poszczególne składowe zgłoszenia są przechowywane w osobnych, dedykowanych sektorach bufora. Jak wynika z oświadczenia współautorów pracy [6], to Habilitant jest autorem koncepcji sektoryzacji bufora. Jest on również autorem kluczowych wyników analitycznych, w tym wzorów na transformaty wektora zajętości sumarycznej dla kilku wariantów rozpatrywanego systemu oraz wzorów na momenty zwykle pierwszego i drugiego rzędu poszczególnych składowych zajętości sumarycznej. Wzory te uzyskano dla kilku wariantów ogólnego systemu z sektoryzacją. W pracy [6] nie brano jeszcze pod uwagę strat związanych z ograniczonym dopuszczalnym rozmiarem kolejki ani rozmiarami poszczególnych sektorów bufora.

Pierwsze z wymienionych ograniczeń zostało dodane do modelu w artykule [7], tzn. kolejka nie może liczyć więcej niż m zgłoszeń. Dla takiego wariantu modelu uzyskano wzór na transformatę wektora zajętości sumarycznej systemu. Dr Ziółkowski występuje jako pierwszy z dwóch autorów pracy [7], zaś z przedstawionego oświadczenia wynika, że wymieniony kluczowy rezultat został otrzymany w wyniku współpracy obu autorów.

Inny naturalny rodzaj ograniczenia dla modelu kolejkowego ze zgłoszeniami o losowym rozmiarze i sektoryzacją bufora został dodany i zbadany w pracy [8]. Jest to ograniczenie związane bezpośrednio z sektoryzacją bufora. Mianowicie, jeżeli którykolwiek komponent zgłoszenia nie mieści się w całości w odpowiednim sektorze bufora (z powodu przepełnienia tego sektora), to całe zgłoszenie jest odrzucane i tracone, nawet jeżeli sumarycznie

bufor jest zapełniony w niewielkim stopniu, a kolejka zgłoszeń jest stosunkowo krótka. W pracy otrzymano wzory na dwie najważniejsze charakterystyki modelu, tzn. stacjonarny rozkład zajętości bufora oraz prawdopodobieństwo straty zgłoszenia. Habilitant jest jedynym autorem pracy [8].

Artykuł [9] poświęcono praktycznym aspektom zastosowania środowiska do obliczeń symbolicznych i numerycznych *Mathematica* do rozwiązywania modeli kolejkowych, ze szczególnym uwzględnieniem modeli najbardziej interesujących Habilitanta, tzn. modeli ze zgłoszeniami o losowym rozmiarze i sektoryzacją bufora. W artykule przedyskutowano m.in. znajdowanie wektora stacjonarnego dla łańcucha Markowa o bardzo dużej liczbie stanów, wyznaczanie pochodnych skomplikowanych funkcji przy pomocy uogólnionego wzoru de l'Hospitala, obliczanie splotów Stieltjesa oraz skomplikowanych transformat funkcji. Dr Ziółkowski jest jedynym autorem pracy [9].

Ostatnia praca jednotematycznego cyklu, [10], dotyczy systemu ze zgłoszeniami o losowym rozmiarze i grupowej strukturze. Zgłoszenia mogą napływać do systemu w grupach o losowym rozmiarze, mającym pewien zadany rozkład prawdopodobieństwa, a oprócz tego każde z nich może mieć losowy rozmiar, od którego może zależeć w dowolny sposób (lub wcale) czas obsługi zgłoszenia. Z przedstawionego oświadczenia wynika, że najważniejsze rezultaty pracy [10], tzn. opracowanie modelu oraz wyprowadzenie wzorów na transformatę zajętości sumarycznej systemu i funkcję tworzącą liczby zgłoszeń, zostały otrzymane w wyniku współpracy obu autorów.

1.2 Ocena cyklu

Oceniany jednotematyczny cykl publikacji jest poświęcony ważnym problemom współczesnej informatyki technicznej i telekomunikacji. Systemy kolejkowe są spotykane w wielu obszarach tej dyscypliny, co wynika bezpośrednio z konieczności przetwarzania zadań, których czasów napływu nie da się przewidzieć z góry. W związku z tym zadania te muszą oczekiwać na wykonanie w kolejce, zaś do opisu wydajności systemu musi być stosowany rachunek prawdopodobieństwa.

W ocenianym cyklu znajdują się co najmniej dwa osiągnięcia naukowe stanowiące znaczny wkład w rozwój dyscypliny, które można przypisać bezpośrednio dr. Ziółkowskiemu na podstawie przedstawionych oświadczeń autorów. Są to w szczególności:

- Zaproponowanie modelu systemu kolejkowego z sektoryzacją bufora i znalezienie wzorów opisujących wydajność różnych szczegółowych wariantów takiego systemu. Wyniki te przedstawiono w pracach [6], [7], [8], [10], w których powstaniu Habilitant pełnił kluczową rolę.

W takim modelu rozmiar zgłoszenia jest charakteryzowany przez wektor, a nie jedną liczbę. Wektor ten odzwierciedla niejednorodną zawartość zgłoszenia, zawierającego komponenty wymagające odmiennego traktowania. W systemach informatycznych komponenty te mogą zawierać informacje o różnym charakterze (np. nagłówek i

ładunek pakietu w sieci komputerowej) i dlatego są przechowywane w osobnych, dedykowanych obszarach pamięci (bufora). Zaproponowany model oraz jego rozwiązania szczegółowe mają duże znaczenie zarówno teoretyczne, jak i praktyczne.

- Znalezienie wzorów opisujących wydajność różnych wariantów systemów ze zgłoszeniami o losowym rozmiarze. W szczególności dotyczy to wkładu dra Ziółkowskiego do prac [1] i [3], a także, w mniejszym stopniu, do prac [2], [4], [5].

Systemy z losowymi rozmiarami zgłoszeń stanowią istotne uogólnienie klasycznych systemów kolejkowych. W klasycznych systemach rozmiar zgłoszenia jest również losowy (w innym sensie), gdyż czas obsługi jest losowy. W nowym modelu odróżnia się rozmiar zgłoszenia, rozumiany jako ilość miejsca, którą zgłoszenie zajmuje w buforze (wartość ciągła), od czasu jego obsługi (również wartości ciągłej). Obie te wielkości mogą być ze sobą w dowolny sposób skorelowane lub całkowicie niezależne. Jest to ważne uogólnienie o dużym znaczeniu praktycznym dla wielu systemów informatycznych, w których dokładnie takie zjawisko występuje, tzn. różnego obciążenia pamięciowego i czasowego powodowanego przez napływające zadania.

Sam pomysł takiego modelu kolejkowego pochodzi raczej od prof. Tikhonenki niż od dra Ziółkowskiego, jednak Habilitant wyprowadził wiele wzorów opisujących wydajność różnych wariantów systemu z losowymi rozmiarami zgłoszeń, co z pewnością stanowi znaczące osiągnięcie.

Wszystkie artykuły cyklu zostały opublikowane w dobrych czasopismach naukowych i są indeksowane w bazie Web of Science. Większość z nich (8 prac) to artykuły opublikowane w czasopiśmie *Bulletin of the Polish Academy of Sciences – Technical Sciences*, którego współczynnik Impact Factor oscyluje wokół 1, zaś CiteScore wynosi od 2.5 do 3, w zależności od roku. Jeden artykuł opublikowano w czasopiśmie *Applied Mathematics and Computer Science*, o nieco wyższych parametrach bibliometrycznych niż wymienione wcześniej, natomiast jeden ukazał się w *Journal of Information and Organizational Sciences*, o słabszych parametrach bibliometrycznych. Sumaryczny Impact Factor wszystkich 10 prac wynosi 12.3.

Nie mam żadnych istotnych uwag krytycznych do artykułów ocenianego cyklu. Prace są dobrze napisane i cechują się wysoką kulturą matematyczną. Nie znalazłem żadnych błędów merytorycznych ani nawet potknięć wartych wspomnienia. Na wysoką ocenę zasługuje również sam dobór pozycji wchodzących w skład cyklu — wszystkie są bardzo spójne tematycznie, prezentują podobny poziom i zawierają istotny wkład Habilitanta.

Mam jedynie drobne uwagi dotyczące autoreferatu. Autor nie podał międzynarodowych wskaźników bibliometrycznych poszczególnych prac, takich jak Impact Factor czy CiteScore (podano jedynie sumaryczny Impact Factor). Niepotrzebnie również dr Ziółkowski sam subiektywnie ocenia swoje osiągnięcia, używając określeń typu: „wartość merytoryczna pracy jest bardzo wysoka”. Nawet jeśli jest to prawda, należałoby raczej unikać takich ocen w odniesieniu do własnych prac.

Podsumowując, nie mam wątpliwości, że wyniki badań dra Marcina Ziółkowskiego przedstawione w jednotematycznym cyklu publikacji stanowią znaczny wkład w rozwój dyscypliny informatyka techniczna i telekomunikacja.

2 Ocena aktywności naukowej

Oprócz artykułów zawartych w jednotematycznym cyklu, stanowiącym główne osiągnięcie, dr Ziółkowski opublikował po uzyskaniu stopnia doktora 23 inne prace, wszystkie w języku angielskim. Artykuły te dotyczą systemów kolejkowych i ich zastosowań, ogólnych problemów matematyki oraz dydaktyki matematyki (kilka prac). Część z tych publikacji ma z pewnością zasięg międzynarodowy, np. cztery opublikowane w dobrej serii wydawniczej Springer — *Communications in Computer and Information Science*, jedna praca w czasopiśmie *Journal of Applied Mathematics and Computational Mechanics* czy jedna w materiałach konferencji IEEE (*IEEE International Scientific Conference on Informatics*). Przed uzyskaniem stopnia doktora Habilitant opublikował 9 innych artykułów. Po uzyskaniu stopnia doktora dr Ziółkowski wygłosił 10 referatów na międzynarodowych konferencjach naukowych.

Osiągnięcia publikacyjne Habilitanta spoza jednotematycznego cyklu są zatem całkiem dobre i mają zasięg międzynarodowy.

Innym osiągnięciem dra Ziółkowskiego o zasięgu międzynarodowym jest publikacja implementacji autorskich algorytmów obliczeń symbolicznych w oficjalnym repozytorium firmy Wolfram Research, producenta programu *Mathematica*. Algorytmy te, powstałe głównie w ramach prac nad jednotematycznym cyklem, służą do wyznaczania charakterystyk systemów informatycznych o stochastycznym charakterze działania, ale mogą być wykorzystywane również w innych niż informatyka obszarach.

Kandydatowi nie udało się pozyskać żadnego grantu Narodowego Centrum Nauki na swoje badania. W ostatnich latach trudno jednak traktować to jako poważny zarzut z powodu ekstremalnie niskich współczynników sukcesu w konkursach NCN. Jak wynika z dokumentacji, dr Ziółkowski wielokrotnie podejmował próby pozyskania finansowania z NCN w ramach różnych konkursów.

Prace Habilitanta były cytowane 104 razy, zaś indeks Hirscha wynosi 7 według bazy Google Scholar. Według bazy Scopus wartości te wynoszą odpowiednio 65 cytowań i indeks Hirscha równy 6. Byłyby to całkiem przyzwoite wskaźniki bibliometryczne na tym etapie kariery, gdyby nie spora liczba zawartych w nich autocytowań. Po ich odjęciu liczba cytowań niezależnych jest niska. Prawdopodobnie sytuacja ta wynika częściowo ze specyfiki artykułów dotyczących teorii kolejek, wymagających od czytelnika bardzo zaawansowanego aparatu matematycznego z zakresu rachunku prawdopodobieństwa, transformat, funkcji tworzących oraz algebry liniowej. Kilka bardzo dobrych artykułów Habilitanta ukażało się stosunkowo niedawno, jest więc możliwe, że wskaźniki cytowań ulegną wkrótce istotnej poprawie.

Dr Ziółkowski pełnił przez dwa lata funkcję redaktora statystycznego i członka komitetu naukowego czasopisma *Scientific Issues Jan Długosz University in Częstochowa*. Ostatnio był redaktorem dwóch numerów specjalnych czasopisma *Mathematics*. Obydwa numery poświęcono zastosowaniom modeli kolejkowych. Tę aktywność międzynarodową należy szczególnie docenić, gdyż czasopismo *Mathematics* zanotowało w ostatnich latach bardzo szybki rozwój — w 2024 r. znalazło się w 92. percentylu czasopism w kategorii „General Mathematics” według bazy Scopus.

Habilitant był też członkiem komitetu organizacyjnego międzynarodowej konferencji naukowej *Applications of Computer Algebra*, która odbyła się w Warszawie w 2023 r. Wykonywał również recenzje dla renomowanych czasopism o zasięgu międzynarodowym.

Na zakończenie warto dodać, że dr Ziółkowski ma bogate doświadczenie zawodowe. Był zatrudniony na podstawie umowy o pracę w trzech różnych uczelniach wyższych — Akademii im. Jana Długosza w Częstochowie, Uniwersytecie SWPS w Warszawie oraz w Szkole Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie (obecnie podstawowym miejscu pracy Habilitanta).

Podsumowując, uważam że pozostały dorobek naukowy dra Marcina Ziółkowskiego po uzyskaniu stopnia naukowego doktora jest wystarczająco obszerny i wartościowy, a Habilitant wykazuje się istotną aktywnością naukową.

3 Wnioski

Dr Marcin Ziółkowski posiada w dorobku osiągnięcia naukowe stanowiące znaczny wkład w rozwój dyscypliny informatyka techniczna i telekomunikacja. Osiągnięcia te zostały przedstawione w cyklu dziesięciu powiązanych tematycznie artykułów naukowych, opublikowanych w dobrych czasopismach naukowych o zasięgu międzynarodowym. Ponadto Habilitant wykazuje się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni. Spełnia zatem obydwie kluczowe wymagania ustawowe stawiane przy nadawaniu stopnia doktora habilitowanego.

Popieram wniosek o nadanie dr. Marcinowi Ziółkowskiemu stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja.

