

## **Recenzja w postępowaniu habilitacyjnym dr. Krzysztofa Jasińskiego**

**Uwagi wstępne.** Dr Krzysztof Jasiński jest absolwentem Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu, z którym związana jest jego dalsza kariera zawodowa. W 2011 roku obronił pracę doktorską pt. “Oszacowania wariancji statystyk pozycyjnych i czasów pracy systemów niezawodnościowych” napisaną pod kierunkiem prof. dr. hab. Tomasza Rychlika. Od tego czasu pracuje jako adiunkt w Katedrze Statystyki Matematycznej i Eksploracji Danych na Wydziale Matematyki i Informatyki UMK. Jego zainteresowania naukowe skupiają się głównie wokół tematyki związanej z matematyczną teorią niezawodności, co znacznie poszerza i uogólnia rozważania prowadzone w związku z przygotowaniem pracy doktorskiej. Głównym nurtem jego badań są rozważania dotyczące systemów koherentnych, ale najczęściej bez szczególnych założeń dotyczących zależności pomiędzy czasami życia poszczególnych elementów systemów, i co najważniejsze przy założeniu dyskretnych rozkładów czasów życia. Zwłaszcza to ostatnie założenie znacząco komplikuje trudność rozważań, co jest cechą charakterystyczną badań dotyczących modeli uporządkowanych danych statystycznych z rozkładów dyskretnych. W monografiach poświęconych tym modelom podstawowym założeniem jest ciągłość rozkładów, a wyniki dotyczące przypadku dyskretnego zajmują nie więcej niż kilka podrozdziałów. Z drugiej strony przypadek dyskretny jest ważny w zastosowaniach praktycznych, co dobrze uzasadnia dr Jasiński w swoim autoreferacie. Chcę również od razu zaznaczyć, że zainteresowania naukowe dr Krzysztofa Jasińskiego nie ograniczają się jedynie do tej tematyki, na co zwrócę jeszcze uwagę podczas omówienia jego pozostałego dorobku naukowego.

**Omówienie i ocena głównego osiągnięcia naukowego.** Dr Krzysztof Jasiński wskazał jako główne osiągnięcie naukowe cykl powiązanych tematycznie 6 artykułów zacytowany “O liczbie popsutych komponentów w dyskretnym systemie koherentnym”. Trzy spośród tych artykułów są publikacjami samodzielnymi, a współautorami pozostałych są dr hab. Anna Dembińska, prof. PW (2 artykuły) oraz dr hab. Agnieszka Goroncy, prof. UMK (1 artykuł). Zgodnie z załączonymi oświadczeniami współautorów udział Habilitanta w powstaniu każdego z tych artykułów był znaczący. Wszystkie 6 artykułów zostało opublikowanych w dobrych i bardzo dobrych czasopismach z bazy JCR, co świadczy o wadze zaprezentowanych w nich wyników. Są to również czasopisma ujęte w wykazie czasopism MNiSW.

Cykl ten zawiera wyniki badań dotyczących systemów koherentnych, w których czasy życia poszczególnych elementów są opisane zmiennymi losowymi o rozkładach dyskretnych. Powoduje to znaczące zwiększenie poziomu trudności w porównaniu z przypadkiem

ciągłym. Powodem tego zwiększenia jest to, że podstawowym obiektem matematycznym stosowanym w matematycznej teorii niezawodności jest probabilistyczny model statystyk porządkowych. Jak już wspomniałem we wstępie, w literaturze matematycznej badania dotyczące dyskretnych statystyk porządkowych są prowadzone dość rzadko ze względu na ich trudność, i dlatego każdy nowy wynik jest ważnym osiągnięciem matematyków pracujących w tej specjalności. Dodatkowo, wagę wyników uzyskanych w pracach [A1]–[A6] (w recenzji stosuję oznaczenia stosowane w autoreferacie) podnosi niejednokrotnie odejście od tradycyjnego założenia binarności składowych systemu. Binarność oznacza tutaj, że zarówno składowe, jak i cały system mogą być jedynie w dwóch stanach (sprawny lub uszkodzony). W pracach cyklu takie systemy są również rozważane, ale często pojawia się założenie o większej możliwej liczbie stanów. W tym przypadku są to modele trzystanowe (sprawny, częściowo sprawny lub uszkodzony), przy czym zamiast ogólnych systemów koherentnych rozważane są wtedy tzw. systemy  $k$ -spośród- $n$ , wprowadzonych w pracy [47]. Kolejnym odejściem od klasycznych założeń jest dopuszczenie różnych typów komponentów systemu, co poszerza wyniki pracy [23]. Ogólna teoria dowolnych wielostanowych systemów koherentnych wydaje się być na chwilę obecną mocno skomplikowana, ale wyniki uzyskane w artykułach cyklu są dobrym wstępem do rozwoju tej teorii.

Przejdę teraz do krótkiego omówienia wyników cyklu [A1]–[A6]. Szczegółowe omówienie można znaleźć w bardzo dobrze i przejrzysto napisanej autoreferacie Habilitanta, dlatego w moim omówieniu wskażę tylko na wyniki moim zdaniem najważniejsze, najbardziej wartościowe czy interesujące. Ogólnie, wyniki tych artykułów dotyczą opisu rozkładu prawdopodobieństwa liczby uszkodzonych składowych różnych systemów koherentnych (zarówno przy założeniu, że cały system działa, jak i przy założeniu awarii całego systemu) oraz estymacji metodą największej wiarygodności parametrów rozkładów czasu życia komponentów na podstawie obserwacji czasów awarii składowych do momentu awarii całego systemu.

W pracy [A1] rozważany jest rozkład liczby komponentów w poszczególnych stanach podczas awarii trójstanowego systemu  $k$ -spośród- $n$ . Dokładniej, wyznaczono łączny rozkład wektora losowego opisującego liczbę komponentów, mówiąc w pewnym uproszczeniu, uszkodzonych i częściowo sprawnych. Założono przy tym, że komponenty systemu mają niezależne czasy życia o jednakowym rozkładzie dyskretnym. Uzyskany wzór jest sumą nieskończonego szeregu prawdopodobieństw trzech typów, gdzie sumowanie odbywa się po wszystkich możliwych chwilach awarii systemu. Autorzy pracy [A1] szczegółowo pokazali jak obliczać prawdopodobieństwa każdego z trzech typów. Dowody wymagały umiejętności pracy ze statystykami porządkowymi w przypadku dyskretnym, przy jednoczesnym uwzględnieniu, że czas życia poszczególnego komponentu jest opisany przez dwie zależne zmienne losowe, opisujące czas przejścia danego komponentu ze stanu sprawności do częściowej sprawności, a następnie czas awarii. Było to zadanie niewątpliwie trudne. Dodatkowo, autorzy wskazali rozwiązanie problemu nieskończonego sumowania, gdy nośnik wspólnego rozkładu czasów życia jest nieskończony. Zaproponowali metodę przycinania sumy na dość łatwym do wyznaczenia praktycznie poziomie ustalonym tak, że błąd

przybliżenia nie przekracza dowolnie zadanej z góry wartości. Dodatkowo, przedstawiono bardzo ciekawy przykład, w którym czasy przejścia pomiędzy stanami mają rozkłady geometryczne, a degradacja komponentów przebiega zgodnie z odpowiednim procesem Markowa.

W pracy [A2] rozważany jest system koherentny, w którym komponenty systemu są różnych typów. Zakłada się, że wszystkie komponenty tego samego typu mają jednako-  
wy rozkład czasu życia, natomiast rozkłady komponentów różnego typu są parami różne. W szczególności czasy życia komponentów mogą mieć rozkład dyskretny. Jednakże, nałożone ograniczenie o niezależności czasów życia poszczególnych komponentów. Główny wynik pracy [A2] zawiera opis warunkowego rozkładu liczby uszkodzonych komponentów danego typu pod warunkiem, że system uległ już awarii. Zaprezentowane wzory zawierają dość skomplikowane współczynniki liczbowe zależne od reprezentacji systemu koherentnego w postaci zbioru tzw. minimalnych cięć. Jednakże Autor przedstawia metodę wyznaczenia tych współczynników w praktyce, zarówno ogólnie jak i na przykładzie tzw. systemu mostkowego. Dodatkowo, podano zastosowanie wyników pracy [A2] do problemu określenia optymalnej liczby części zamiennych, które powinny być dostępne w magazynie, aby zapewnić utrzymanie systemu w optymalnym stanie działania. Warto zaznaczyć, że artykuł [A2] został wyróżniony zaproszeniem do publikacji w specjalnym wydaniu Computational Methods in System Reliability czasopisma Journal of Computational and Applied Mathematics publikowanego przez wydawnictwo Elsevier, co zaowocowało publikacją pracy [A3].

W pracy [A3] rozważany jest problem estymacji nieznanego parametru rozkładu czasu życia, przy założeniu, że jest nim rozkład geometryczny. Jest to kontynuacja badań zainicjowanych we wcześniejszej pracy [A6], gdzie rozważano rozkłady Poissona, dwumianowy i ujemnie dwumianowy. Przyjęcie szczególnej postaci rozkładu życia pozwoliło na uzyskanie analitycznej jawnej postaci estymatora największej wiarygodności w oparciu o zaobserwowane czasy awarii składowych binarnego systemu  $k$ -spośród- $n$  do chwili awarii systemu oraz o liczbę składowych, które uległy uszkodzeniu. W przypadku ciągłego rozkładu czasu życia liczba ta wynosi dokładnie  $n - k + 1$ , ale w przypadku dyskretnym liczba ta jest wielkością losową i może być większa niż  $n + k - 1$ . Co ciekawe, w przypadku rozkładu geometrycznego wyznaczony estymator zależy od łącznego czasu pracy komponentów systemu, co jest ważną wielkością rozważaną w teorii niezawodności. Korzystając z ogólnych wyników pracy [A6], w pracy [A3] wykazano, że uzyskany estymator jest mocno zgodny. Następnie, przy założeniu  $k = n$  (a więc dla systemu szeregowego) wyznaczono jawne wzory na obciążenie i błąd średnio-kwadratowy wyznaczonego estymatora. W dalszym ciągu pracy rozważane są estymatory parametru rozkładu geometrycznego w oparciu o obserwację większej ilości niezależnie działających systemów  $k$ -spośród- $n$ , a nie tylko jednego jak poprzednio. Po wyznaczeniu postaci jawnej estymatora, zbadano jego obciążenie i błąd średnio-kwadratowy przy założeniu  $k = n$ . Wykazano również mocną zgodność estymacji, co tym razem wymagało istotnego nakładu pracy analitycznej.

W pracy [A4], podobnie jak w pracy [A2], rozważany jest system koherentny, w którym komponenty systemu są różnych typów. Tym razem, podano opis warunkowego rozkładu

liczby uszkodzonych komponentów danego typu pod warunkiem, że system jeszcze działa. Również w tym przypadku, uzyskane wzory zawierają dość skomplikowane współczynniki liczbowe zależne tym razem od reprezentacji systemu koherentnego w postaci zbioru tzw. minimalnych ścieżek. Autor ponownie przedstawia metodę wyznaczenia tych współczynników w praktyce, zarówno ogólnie jak i na przykładzie tzw. systemu mostkowego.

W pracy [A5] rozważane są binarne systemy koherentne, ze szczególnym uwzględnieniem systemu typu  $k$ -spośród- $n$  (system taki działa dopóki sprawnych jest co najmniej  $k$  spośród jego  $n$  składowych). Pierwszy główny wynik tej pracy opisuje warunkowy rozkład liczby uszkodzonych składowych pod warunkiem, że system działa w danej chwili. Jest to uogólnienie wyniku z pracy [2], gdzie przyjęto założenie, że składowe systemu mają czasy życia niezależne i o jednakowych rozkładach typu ciągłego (IID). W Twierdzeniu 1 omawianej pracy [A5] dopuszcza się natomiast dowolny typ zależności pomiędzy czasami życia składowych oraz opuszcza się założenie o ich jednakowym rozkładzie i ciągłości. Dotyczą one zatem zależnych zmiennych losowych o być może różnych i dowolnych rozkładach (DNID). Drugi główny wynik (Twierdzenie 2) jest rozszerzeniem ww. wyników na dowolne systemy koherentne. Warto podkreślić, że tym razem zastosowano oryginalną metodę dowodu opartą na ww. reprezentacji systemu koherentnego jako zbioru minimalnych ścieżek. O oryginalności tego podejścia świadczy to, że przy założeniu IID jak w oryginalnej pracy [2], Twierdzenie 2 daje jako przypadek szczególny inną, równoważną postać wyniku z pracy [2], która zawiera elementy sygnatury Samaniego, będącej ważną charakterystyką systemu koherentnego. Co więcej, jako wniosek w pracy [A5] uzyskano nowe wyrażenie na sygnaturę Samaniego, co jest ważnym wynikiem teoretycznym.

W pracy [A6], podobnie jak w [A3], rozważany jest problem estymacji nieznanego parametru rozkładu czasu życia, przy założeniu dyskretności tego rozkładu. Według mojej wiedzy, wyniki tych prac są pierwszymi w literaturze, które uwzględniają dyskretne czasy życia komponentów w kontekście estymacji metodą największej wiarogodności. Pierwszy główny wynik pracy, czyli Twierdzenie 1, pokazuje, że dla dość szerokiej klasy rozkładów, istnieje ciąg estymatorów największej wiarogodności, który jest mocno zgodny gdy liczba  $n$  składowych systemów rośnie do nieskończoności. Dalsze wyniki pracy [A6] dotyczą szczególnych rozkładów dyskretnych: Poissona, dwumianowego i ujemnie dwumianowego. We wszystkich trzech przypadkach wykazano, że estymator największej wiarogodności jest wyznaczony jednoznacznie, o ile istnieje. W połączeniu z głównym wynikiem pracy oznacza to, że dla dostatecznie dużych rozmiarów systemów, estymator istnieje i jest mocno zgodny. Co ciekawe, w przypadku każdego z rozkładów dowody odpowiednich twierdzeń wymagały zastosowania istotnie różnych narzędzi analitycznych, a więc nie były natychmiastowe i nie były też prostym przeniesieniem metod z jednego przypadku na inny.

Podsumowując omówienie osiągnięcia naukowego, moim zdaniem świadczy ono o dużej dojrzałości i samodzielności matematycznej Habilitanta. Uzyskane wyniki są istotnymi uogólnieniami znanych wcześniej rezultatów, stanowią albo pomysłowe połączenie idei zaprezentowanych przez różnych autorów albo nowe podejście do rozważanych problemów.

Mimo, że prowadzone rozważania są często niełatwe i wymagały bardzo wysokiej sprawności rachunkowej, są zaprezentowane w przedstawionych artykułach oraz w dołączonym autoreferacie z bardzo dużą kulturą i precyzją. Dlatego uważam, że zaprezentowany cykl artykułów stanowi znaczny wkład w rozwój dyscypliny matematyka, a więc spełnia wymogi art. 219 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.

### **Ocena pozostałego dorobku naukowego i dydaktycznego.**

Pozostałe osiągnięcia naukowo-badawcze dr. Krzysztofa Jasińskiego stanowią 22 artykuły naukowe, w tym 4 opublikowane przed doktoratem. Wszystkie te artykuły zostały opublikowane w dobrych i bardzo dobrych czasopismach matematycznych ujętych w wykazie MNiSW oraz znajdujących się w bazie JCR. 18 artykułów opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora można podzielić na 6 grup tematycznych:

- wybrane zagadnienia z matematycznej teorii niezawodności systemów technicznych (6 artykułów);
- własności wartości rekordowych z rozkładów dyskretnych (6 artykułów);
- analiza zachowania liczby obserwacji w otoczeniu pewnej statystyki porządkowej (2 artykuły);
- optymalne oszacowania wariancji statystyk porządkowych i rekordów (2 artykuły);
- własność Markowa dla statystyk porządkowych z rozkładów dyskretnych (1 artykuł);
- zastosowania analizy danych w dermatologii (1 artykuł).

Ten liczny dorobek świadczy o rozległości zainteresowań matematycznych autora i nie skupianiu się jedynie na swej głównej tematyce. Bardzo dobrze wypadają też wskaźniki bibliometryczne całego dorobku autora: sumaryczny impact factor wynosi 39,445, liczba cytowań to 119 (w tym 62 bez autocytowań), a indeks Hirscha wg bazy Web of Science wynosi 6. Są to w mojej wartości typowe dla dorobku habilitantów z matematyki. Świadczą one o międzynarodowej rozpoznawalności dorobku naukowego Habilitanta. Dlatego jego pozostały dorobek naukowy oceniam również wysoko.

Bardzo pozytywnie wypada również udział w konferencjach naukowych. Dr K. Jasiński wygłosił 30 referatów na konferencjach krajowych i międzynarodowych, w tym 6 referatów na zaproszenie (wszystkie na konferencjach międzynarodowych). Dodatkowo, był członkiem komitetów organizacyjnych 2 konferencji naukowych, jednej międzynarodowej i jednej krajowej. Kolejnym ważnym aspektem jego działalności naukowej jest bycie aktywnym recenzentem artykułów naukowych w 13 dobrych i bardzo dobrych czasopismach naukowych o zasięgu międzynarodowym, oraz dla bazy AMS MathSciNet - Mathematical Reviews.

Niestety, niektóre z pozostałych aspektów typowej działalności pracowników naukowych mogą być uznane za mankamenty ocenianego wniosku. Dr Krzysztof Jasiński nie brał udziału w projektach badawczych finansowanych ze środków zewnętrznych, chociaż był zastępcą kierownika w jednym, i kierownikiem w czterech lokalnych projektach wydziałowych na UMK. Brak również w jego dorobku staży zagranicznych, a współpraca

międzynarodowa ogranicza się do jednego artykułu z prof. Jorge Navarro z Uniwersytetu w Murcii (Hiszpania).

Z drugiej strony, ma On w dorobku tygodniowy staż naukowy na Politechnice Warszawskiej, podczas którego aktywnie współpracował z dr. hab. Anną Dembińską, prof. PW. Efektem tego stażu jest dłuższa współpraca, która zaowocowała powstaniem artykułów [A3] i [B6]. Ponadto, należy tu wspomnieć o współpracy z prof. dr. hab. Tomaszem Rychlikiem z Instytutu Matematycznego PAN, który był promotorem rozprawy doktorskiej.

Podsumowując, uważam, że ww. mankamenty nie powodują, że wniosek Habilitanta jest niezasadny. Co więcej, uważam, że dr Krzysztof Jasiński wykazuje się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni, a więc według mojej oceny spełnia On wymóg art. 219 ust. 1 pkt 3 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.

**Konkluzja.** Według mojej oceny dotychczasowy dorobek dr. Krzysztofa Jasińskiego dowodzi, że jest on matematykiem dojrzałym i samodzielny. Jego główne osiągnięcie naukowe oceniam jako znaczące dla rozwoju dyscypliny matematyka, a pozostałą aktywność naukową jako istotną. Tym samym uważam, że spełnia on wymogi zwyczajowe, jak i ustawowe nadania stopnia doktora habilitowanego określone w art. 219 ust. 1 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce oraz w par. 4 ust. 1 Uchwały nr 37 Senatu UMK z dnia 26 września 2023 r. w sprawie postępowania o nadanie stopnia doktora habilitowanego. Dlatego w pełni popieram Jego wniosek o nadanie stopnia doktora habilitowanego i wnioskuje o dopuszczenie go do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.