Warszawa, 3 maja 2026

prof. dr hab. Jacek Wesołowski
Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych
Politechnika Warszawska

Recenzja rozprawy habilitacyjnej "O liczbie popsutych komponentów w dyskretnym systemie koherentnym" oraz dorobku naukowego dr. Krzysztofa Jasińskiego

WSTĘP

Dr Krzysztof Jasiński jest absolwentem Wydziału Matematyki i Informatyki Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu, z którym związał również swoją dotychczasową karierę zawodową. W 2007 roku obronił tam pracę magisterską, a w 2011 roku – rozprawę doktorską dotyczącą oszacowań wariancji statystyk pozycyjnych i czasów pracy systemów niezawodnościowych. Obie prace powstały pod kierunkiem prof. dr. hab. Tomasza Rychlika. Bezpośrednio po uzyskaniu stopnia doktora dr Jasiński został zatrudniony na macierzystym wydziale, początkowo jako asystent, a od 2012 roku na stanowisku adiunkta.

Jego zainteresowania naukowe koncentrują się wokół modeli probabilistycznych dla danych uporządkowanych (OSD – ordered statistical data), w tym m.in. statystyk porządkowych, rekordów, systemów typu k-out-of-n, czy ogólniej, systemów koherentnych. W szczególności zajmował się badaniem własności ich rozkładów, zagadnieniami asymptotycznymi oraz charakteryzacjami.

Cztery prace opublikowane jeszcze przed doktoratem (których współautorem był jego promotor) dotyczyły oszacowań dla różnych parametrów rozkładów statystyk porządkowych. W późniejszym okresie dr Jasiński poszerzył zakres swoich badań m.in. o wspomnianą problematykę asymptotyczną i charakteryzacyjną oraz analizę ogólniejszych modeli OSD. Znacząca część jego publikacji podoktorskich skupia się na modelach z rozkładami dyskretnymi. Z uwagi na zjawisko „zlepień” (np. statystyk porządkowych) modele te wymagają szczególnej uwagi i często prowadzą do rozwiązań znacznie bardziej skomplikowanych technicznie niż ich odpowiedniki dla rozkładów ciągłych. To właśnie tego typu zagadnieniom – dyskretnym modelom typu OSD – poświęcona jest rozprawa habilitacyjna dr. Jasińskiego.

ROZPRAWA HABILITACYJNA

Uwagi wstępne. Przedstawiona do oceny rozprawa habilitacyjna składa się z sześciu publikacji. Łączy je spójna tematyka (modele OSD dla rozkładów dyskretnych), co sprawia, że cykl ten bez wątpienia spełnia formalne kryteria stawiane rozprawom habilitacyjnym w dyscyplinie matematyka. Trzy z załączonych prac są współautorskie.

Cztery artykuły ukazały się w *Journal of Computational and Applied Mathematics*, jeden w *Metrika* i jeden w *TEST*. Poza tym ostatnim, uchodzącym za solidne czasopismo w dziedzinie statystyki matematycznej, nie są to periodyki szczególnie cenione w środowisku probabilistycznym. Warto tu odnotować pewną rozbieżność perspektyw – sam Habilitant w autoreferacie (str. 11 i 24) określa pierwsze z tych czasopism mianem „prestiżowego”.

Autoreferat został przygotowany rzetelnie i wyczerpująco, choć w moim odczuciu zawiera on jednak nieco zbyt dużo narracji niematematycznej, a ponadto nie ustrzeżono się w pewnych terminologicznych *chochlików*. Przykładowo: "Następnie przez $\mathbf{I}(\cdot)$ oznaczamy funkcję wskaźnikową, czyli $\mathbf{I}(B) = 1$, jeśli zdarzenie B zachodzi oraz $\mathbf{I}(B) = 0$ w przeciwnym przypadku. Funkcja ta przyjmuje wartości w zbiorze boolowskim, co oznacza, że jej dziedzina składa się wyłącznie z dwóch elementów, które interpretujemy jako fałsz i prawdę." (podkreślenia moje; Autor ewidentnie myli tu dziedzinę ze zbiorem wartości). Z kolei wprowadzona na str. 6 rodzina permutacji $\mathcal{P}^n_{m,r}$ wydaje się zawieszona w próżni – nie udało mi się dostrzec jej wykorzystania w dalszej części autoreferatu.

Omówienie i ocena prac wchodzących w skład *osiągnięcia naukowego*.

- W pracy [A1] (wspólnej z A. Goroncy) rozważano system, w którym każdy z elementów może być w jednym z trzech stanów 0,1 lub 2, przy czym dopuszczalne są przejścia ze stanu 2 do stanu 1, a następnie ze stanu 1 do stanu 0. Czasy przebywania w stanach 2 i 1 (odpowiednio $T_{1,i}$ oraz $T_{2,i}$ dla $i = 1, \ldots, n$) są niezależnymi zmiennymi losowymi o jednakowym rozkładzie dyskretnym. Czas życia całego systemu oznaczanego symbolem $\mathbf{k} = (k_1, k_2)$ dla $k_1 \geq k_2$, zdefiowany jest jako $T = \max\{T_{1,n-k_1+1:n}, T_{2,n-k_2+1:n}\}$. Głównym wynikiem pracy są (dość uciążliwe analitycznie) wzory na prawdopodobieństwa $\mathbb{P}(X^{(0)}_{\mathbf{k},n} = i,\ X^{(1)}_{\mathbf{k},n} = j, T = t)$, gdzie $X^{(\ell)}_{\mathbf{k},n}$ oznacza liczbę elementów w stanie $\ell \in \{0, 1\}$ w momencie awarii systemu w trzech różnych scenariuszach: $T_{1,n-k_1+1:n} < T_{2,n-k_2+1:n} = t$, $T_{2,n-k_1+1:n} < T_{1,n-k_2+1:n} = t$ oraz $T_{1,n-k_1+1:n} = T_{2,n-k_2+1:n} = t$. Same dowody są standardowe i mało ciekawe, choć technicznie nieco żmudne - pewnym wyzwaniem jest odpowiednie zadbanie o zjawisko "zlepień" (ang. *ties*) statystyk porządkowych dla rozkładów dyskretnych. Ostateczny wynik przyjmuje mało czytelną postać nieskończonej sumy wyliczonych wcześniej prawdopodobieństw dla kolejnych wartości t. Autorzy poświęcają nieco miejsca na aproksymację tej sumy przez jej ucięcie na odpowiednim poziomie. Znalezienie tego poziomu wymagało użycia stosownych nierówności i z matematycznego punktu widzenia (choć nierówności są elementarne) jest to fragment nieco bardziej interesujący, niż wcześniejsze, dość rutynowe rachunki.

- Kolejne dwie prace, [A2] oraz wcześniejszą, [A4], poświęcono systemom złożonym z elementów różnych typów, których czasy życia $T_1, \ldots, T_n$ są niezależnymi zmiennymi losowymi pochodzącymi z kilku różnych rozkładów. Czas życia systemu reprezentowany jest za pomocą przekrojów niezdatności (*cut sets*) $C_j \subset \{1,\ldots,n\}$ jako $T = \min_{1\le j\le s} \max_{i\in C_j} T_i$ w pracy [A2], lub dualnie, za pomocą ścieżek zdatności (*path sets*) $P_j \subset \{1,\ldots,n\}$ jako $T = \max_{1\le j\le s} \min_{i\in P_j} T_i$ w pracy [A4]. Głównymi wynikami są tu znów mało przejrzyste wzory na warunkowe prawdopodobieństwa wystąpienia określonej liczby uszkodzonych elementów danego typu w chwili $t \wedge T$, pod warunkiem zdarzenia $\{T \le t\}$ ([A2]) lub $\{T > t\}$ ([A4]). Dowody w obu pracach mają podobny charakter: są standardowe i sprowadzają się do elementarnej analizy kombinatorycznej badanych zdarzeń (z użyciem wzoru włączeń i wyłączeń) oraz wykorzystania założenia o niezależności. Dodatkowo, w pracy [A2], użyto wyprowadzonych prawdopodobieństw do sformułowania wzoru na średni koszt na jednostkę czasu (jako funkcji t) utrzymania systemu bez awarii, przy założeniu wymiany elementów w chwili $t \wedge T$. Na przykładzie pięcioelementowego systemu mostkowego w reżimach geometrycznym i Weibulla wzór ten wykorzystano do numeryczego wyznaczenia optymalnego czas odnowy. Niestety, zabrakło tu jakiejkolwiek teoretycznej analizy istnienia czy jednoznaczności rozwiązania ogólnego problemu optymalizacyjnego. Poziom matematyczny prac [A2] i [A4] pozostaje zdecydowanie poniżej poziomu, jakiego należałoby oczekiwać od rozprawy habilitacyjnej.

- Artykuł [A5] traktuje o systemach k-*out-of*-n oraz ogólniejszych systemach koherentnych, zbudowanych z n elementów o „dyskretnych zależnych czasach życia, niekoniecznie o jednakowych rozkładach (DNID)”. Wyprowadzono w nim wzory na prawdopodobieństwo tego, że w chwili t uszkodzonych było i elementów, pod warunkiem, że awaria systemu następuje po czasie t. W przypadku systemów k-*out-of*-n sprowadza się to do prostego odwołania do wyników z pracy Davies i Dembińskiej (2019), a w przypadku systemów koherentnych – do wykorzystania wzoru z pracy Navarro, Ruiza i Sandovala (2007) w połączeniu ze wzorem włączeń i wyłączeń. Podano również uproszczone wersje tych wzorów dla przypadków, gdy łączny rozkład czasów życia jest niezmienniczy ze względu na permutacje oraz gdy zmienne te są niezależne. Co ciekawe, okazuje się, że wzory dla wariantu i.i.d. są identyczne z odpowiednikami dla rozkładów absolutnie ciągłych. Autor jednak zadowala się samym odnotowaniem tego faktu i nie podejmuje próby jego głębszego wyjaśnienia. Mam zresztą wrażenie, że w tych całkowicie elementarnych wyprowadzeniach wzorów ogólnych (przynajmniej dla systemów koherentnych) w ogóle nie korzysta się z założenia DNID. Zdaje się to zauważać sam Habilitant, pisząc: „The same proofs of Theorem 2 and the formulas (19) and (20) still go when we drop the assumption that $T_1,\ldots,T_n$ are the discrete rvs”. Dlaczego zatem w Twierdzeniu 2 pojawia się założenie DNID – pozostaje zagadką. Równie osobliwie brzmi jego sformułowanie na s. 1083: „... discrete lifetimes $T_1,\ldots,T_n$ are <u>allowed to be</u> DNID rvs...” (podkreślenie moje). Matematyka jest tu znów na poziomie elementarnym, a innowacyjność rozumowań czy uzyskanych wyników – marginalna.

- Praca [A6] (współautorstwa A. Dembińskiej) wyróżnia się na tle całego cyklu sporym zaawansowaniem matematycznym – to właśnie ten artykuł ukazał się w czasopiśmie *TEST*. Dotyczy on estymacji parametrów rozkładu czasu życia w systemach k-*out-of*-n z elementami i.i.d. i wydaje się być pierwszą pozycją w literaturze podejmującą ten problem dla rozkładów dyskretnych. Badane są w niej estymatory największej wiarogodności (NW) parametru θ, oparte na czasach życia elementów obserwowanych do momentu awarii włącznie. Różnica w stosunku do modeli ciągłych polega na tym, że w momencie awarii systemu ($T_{n-k+1:n}$) w przypadku dyskretnym liczba uszkodzonych elementów może z racji „zlepień” przekraczać $n-k+1$. Do budowy funkcji wiarogodności zaproponowano wykorzystanie tzw. serii zlepień (ang. *tie-runs*). Główny wynik pracy (Theorem 1) formułuje warunki istnienia estymatorów NW oraz ich mocnej zgodności dla $k = k(n) = \lfloor(1-q)n\rfloor$, gdzie $q \in (0,1)$. Dowód tego twierdzenia jest nietrywialny i wyraźnie odwołuje się do doświadczenia współautorki w badaniu asymptotyki proporcji obserwacji w zbiorach wyznaczonych przez statystyki pozycyjne (wykorzystano tu explicite wyniki z dwóch jej wcześniejszych prac). Oświadczenie A. Dembińskiej zdaje się potwierdzać zresztą moje przypuszczenia, o jej znaczącym wkładzie w tę – najciekawsza matematycznie – część pracy. Wkład Habilitanta, jak rozumiem, koncentrował się na konstrukcji estymatorów NW w konkretnych rodzinach rozkładów (Poissona, dwumianowym i ujemnym dwumianowym) - tego dotyczy rozdział 4 pracy. Dodatkowo sprawdzono tam, że jeśli dany estymator NW istnieje, to jest jednoznaczny. Lekki uśmiech budzą te części sformułowań twierdzeń w rozdziale 4, w których czytamy, że estymator NW „... can be obtained easily by numerical methods if ...” (podkreślenie moje).

- Ostatnia praca, [A3] (również współautorstwa A. Dembińskiej), kontynuuje problematykę z artykułu [A6], ograniczając się jednak do czasów życia o rozkładzie geometrycznym. O ile we wcześniejszej pracy dla szerszego (ujemnego dwumianowego) modelu k=out-of-n, podano jedynie numeryczną procedurę wyznaczania estymatora NW, o tyle tutaj udało się uzyskać elegancki wzór analityczny. Dla najprostszego przypadku ($k = n$) wyprowadzono ponadto wzory na wartość oczekiwaną i wariancję tego estymatora. Szkoda jedynie, że autorzy nie zauważyli, iż rozkład zmiennej $S_{n,n}$ to po prostu ucięty w zerze rozkład dwumianowy $\mathrm{Binom}_+(n, \theta)$. Ta prosta obserwacja pozwoliłaby wyraźnie skrócić dowód, czyniąc wzory (2.14) i (2.19) w zasadzie oczywistymi. W rozdziale 3 zbadano estymator NW w sytuacji, gdy dysponujemy danymi z N niezależnych systemów *k-out-of-n*. Podano tam analityczny odpowiednik wzoru z wariantu dla $N = 1$. Przeanalizowano również przypadek $k = n$, gdzie rachunki przebiegają analogicznie jak poprzednio (przy czym rozkład geometryczny należy zastąpić rozkładem ujemnym dwumianowym, jako że mamy do czynienia z sumą N i.i.d. zmiennych geometrycznych). Udowodniono w tym wariancie asymptotyczną nieobciążoność i średniokwadratową zgodność estymatora (gdy $n \to \infty$), a także jego mocną zgodność i asymptotyczną gaussowskość (gdy $N \to \infty$). Moim zdaniem ten ostatni wynik – choć spodziewany – stanowi matematycznie najciekawszy element pracy. Choć artykuł ten dotyczy najprostszego modelu dyskretnego, zasługuje na uznanie ze względu na elegancję otrzymanych wyników. Może stanowić świetny punkt wyjścia do analizy podobnych problemów (np. gaussowskiej asymptotyki) w bardziej złożonych modelach. Zgodnie z oświadczeniem współautorki, uzyskane wyniki teoretyczne należy traktować jako wspólne.

POZOSTAŁY DOROBEK

Prace Habilitanta publikowane są w czasopismach probabilistycznych bądź statystycznych o co najwyżej średniej renomie. Zwraca uwagę zupełny brak publikacji w wiodących periodykach w tych dziedzinach. Spośród listy czasopism z publikacjami Habilitanta (chodzi mi o listę zamieszczoną w *wykazie aktywności naukowej*) w mojej opinii najwyżej cenione są *J. Appl.Probab.* (2 prace, wspólne z T. Rychlikiem, w tym jedna dodatkowo z J. Navarro), *TEST* (1 praca, wspólna z A. Dembińską) oraz *Statist. Probab. Lett.* (3 prace samodzielne). Pozostałe czasopisma: *Metrika* (6 prac), *J. Comp. Appl. Math.* (5 prac), *Statist.* (4 prace) , *J. Statist. Plann. Infer.* (1 praca), *Rel. Eng. Sys. Safety* (1 praca), *Comm. Statist. Theory Meth.* (4 prace) są na niższym poziomie.

Prace te poświęcone są badaniu różnorakich aspektów modeli typu OSD. Dotyczą zagadnień asymptotyki (B21, B19, B16, B14, B12), charakteryzacji (B18, B15), systemów *k-out-of-n* lub koherentnych (B11, B10, B9, B7, B6, B5), czy ograniczeń momentowych (B1, B2, B3, B4, B22 - głównie przed doktoratem). Z artykułów opublikowanych po doktoracie naciekawsze wydają się być prace dotyczące zagadnień asymptotycznych, ale trudno mi wskazać wynik, który miałby rzeczywiście istotne znaczenie dla teorii, czy zastosowań, modeli OSD. Jest to matematyka rzetelna, ale w większości dość elementarna i - przynajmniej z mojej perspektywy - mało porywająca. Według bazy AMS (nie licząc autocytowań) prace, poza wspólnymi z T. Rychlikiem (przeddoktoratowe, 9 cytowań) lub z A. Dembińską (10 cytowań) są cytowane sporadycznie.

W pracach Habilitant chętnie powołuje się na potencjalne zastosowania prowadzonych badań. W autoreferacie czytamy na przykład: „Rozważane scenariusze są ważne z punktu widzenia praktycznego, bo pozwalają operatorom systemów w lepszym planowaniu działań i gospodarowaniu dostępnymi zasobami sprzętowymi". Niestety odnoszę wrażenie, że są to deklaracje bez pokrycia, gdyż w przedstawionym dorobku nie znalazłem żadnych śladów rzeczywistych zastosowań. W spisie figuruje co prawda artykuł w *Advances in Dermatology and Allergology*, w którym badana jest atrakcyjność modelek (w relacji do zmian skórnych na twarzy i tatuaży), jednak wykorzystany tam aparat statystyczny sprowadza się do metod klasycznej analizy wariancji.

W dorobku naukowym brakuje również kierowania zewnętrznymi projektami badawczymi, czy istotnej współpracy międzynarodowej (współautorem jednej z prac z dorobku przed doktoratem, oprócz promotora, T. Rychlika, jest J. Navarro z Universidad de Murcia, Hiszpania). Aktywność konferencyjna, choć objętościowo spora, sprowadza się głównie do spotkań wąskiego grona specjalistów z dziedziny modeli OSD oraz corocznej krajowej konferencji „Statystyka Matematyczna". Jedyny staż naukowy, to tygodniowy pobyt na Politechnice Warszawskiej (wspólne publikacje z dr. hab. A. Dembińską zdają się świadczyć o tym, że był to staż bardzo udany). Na duży plus wyróżnia się zaangażowanie Habilitanta w popularyzację matematyki, w tym chwalebną pracę z uczniami szkół średnich.

KONKLUZJA

Oceniana rozprawa habilitacyjna dr Krzysztofa Jasińskiego składa się z sześciu publikacji. W mojej ocenie jedynie dwie z nich, ze znacznym wkładem współautorki, dr. hab. Anny Dembińskiej, reprezentują poziom naukowy adekwatny dla dysertacji habilitacyjnej. Pozostałe cztery prace wchodzące w skład cyklu są mało odkrywcze, a ich zaawansowanie matematyczne plasuje się zdecydowanie poniżej standardów oczekiwanych od rozprawy habilitacyjnej. Z kolei pozostały dorobek Habilitanta, choć ilościowo jest przyzwoity, nie zawiera wyników, które można by uznać za znaczący wkład w rozwój rachunku prawdopodobieństwa, statystyki matematycznej, czy też modelowania probabilistycznego. Wszystko to skłanie mnie do jednoznacznie negatywnej opinii w sprawie wniosku o nadanie dr. K. Jasińskiemu stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie matematyka.