AGH

Prof. dr hab. Piotr Oprocha
Akademia Górniczo-Hutnicza
Wydział Matematyki Stosowanej
al. A. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków
e-mail: oprocha@agh.edu.pl

Kraków, 20 maja 2022

Ocena dorobku naukowego
doktora Adama Kanigowskiego
w związku z postępowaniem habilitacyjnym prowadzonym przez
Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

1. Informacje wstępne

Pan dr Adam Kanigowski uzyskał stopień doktora w roku 2015 w Instytucie Matematyki PAN na podstawie rozprawy doktorskiej *„Własności ergodyczne potoków na powierzchniach"* przygotowanej pod opieką prof. Mariusza Lemańczyka. Po uzyskaniu stopnia doktora został laureatem prestiżowego stypendium Chowla Assistant Professors na Uniwersytecie w Pensylwani (Department of Mathematics, Pennsylvania State University, University Park, PA, USA) i zajmował tam stanowisko przez 3 lata, by w roku 2018 rozpocząć pracę na Uniwersytecie w Merylandzie (Department of Mathematics at the University of Maryland, College Park, MD, USA) gdzie aktualnie jest zatrudniony na stanowisku Associate Professor.

W dokumentacji przedłożonej z wnioskiem dr Kanigowski wykazuje 30 prac opublikowanych w czasopismach matematycznych oraz dane bibliometrzyczne wyliczone przy pomocy Google Scholar: h-index wynoszacy 10 oraz 255 cytowań. Jeśli wyznaczyć te dane przy pomocy Web of Science otrzymamy h-index 5 oraz 90 cytowań (45 bez autocytowań). Są to dane zadowalające jak na 7 lat działalności naukowej po doktoracie.

Przejdę teraz do bardziej szczegółowej analizy przedstawionej dokumentacji.

2. Ocena osiągnięcia naukowego

W ramach swojego dorobku naukowego dr Kanigowski wyróżnił następujący cykl 5 publikacji jako osiągnięcie naukowe o tytule *„Dynamiczne niezmienniki o wzroście podwykładniczym"*:

[H1] A. Kanigowski, *Slow entropy for smooth flows on surfaces*, Israel J. Math., **226** (2018), 535–577.

[H2] A. Kanigowski, K. Vinhage, D. Wei, *Slow entropy of some parabolic flows*, Comm. Math. Phys., **370** (2019), 449–474.

[H3] A. Kanigowski, D. Wei, *Product of two Kochergin flows with different exponents is not standard*, Studia Math., **244** (2019), 265-283.

[H4] A. Kanigowski, T. de la Rue, *Product of two staircase rank one transformations that is not loosely Bernoulli*, J. d'Analyse Math. **143** (2021), 535–553.
[H5] A. Kanigowski, K. Vinhage, D. Wei, *Kakutani equivalence of unipotent flows*, Duke Math. J. **170** (2021), 1517–1583.

Cykl skupia się na niezmiennikach pozwalających rozstrzygnąć że badane układy (dyskretne lub z czasem ciągłym) nie są izomorficzne w przypadku zerowej entropii. Głównymi rozważanymi niezmiennikami są wolna entropia i równoważność Kakutaniego. Automorfizm T (lub potok $(T_t)_{t\in\mathbb{R}}$) jest układem obszernie Kroneckera (ang. loosely Kronecker) jeśli jest on równoważny w sensie Kakutaniego z obrotem niewymiernym (odpowiednio, z potokiem liniowym na $\mathbb{T}^2$). Potok Kochergina to potok specjalny określony prawie wszędzie nad obrotem niewymiernymi R_α z funkcją dachową $f \in C^2(\mathbb{T} \setminus \{0\})$, która spełnia $\lim_{x\to 0^+} f''(x)/h''(x) = A$ i $\lim_{x\to 0^+} f''(x)/h''(1-x) = B$ gdzie $A^2 + B^2 > 0$ i $h(x) = x^{-\gamma}$ dla pewnego $0 < \gamma < 1$. Przez $\mathcal{T}^{\alpha,\gamma}$ będziemy w dalszej części recenzji oznaczać potok Kochergina powiązany z parametrami α i γ, pomijając funkcję dachową f. Wyniki habilitanta pokazują pewne własności wspólne dla wszystkich potoków Kochergina zadanych przez funkcje dachowe powiązane z tymi parametrami. W bardzo podobny sposób zadaje się potok Arnold'a, przy czym w tym przypadku $h(x) = -\log(x)$ oraz $A + B \neq 0$. Potok Arnold'a będziemy oznaczać przez $\mathcal{T}^\alpha$. W [H3] autorzy wykazują, że jeśli $\gamma_1, \gamma_2 \in (-1, 0)$, $\gamma_1 \neq \gamma_2$ a $\alpha_1, \alpha_2 \in D$, gdzie D to pewien specjalnie wybrany zbiór liczb niewymiernych (patrz [H3]) to $\mathcal{T}^{\alpha_1,\gamma_1} \times \mathcal{T}^{\alpha_2,\gamma_2}$ nie jest obszernie Kroneckera. Zatem w sposób automatyczny otrzymujemy obszerną rodzinę takich potoków. Jest to więc pewna metoda na generowanie takich przykładów.

W [H4] rozważa się pewna klasę przekształceń rangi jeden która w szczególności zawiera układy schodkowe rangi jeden. Wprowadza się następnie dodatkowy warunek, zapewniający dla par takich odwzorowań, że ich iloczyn kartezjański nie jest obszernie Kroneckera. Jako zastosowanie wprowadzonej metody uzyskuje się ciekawy przykład dwóch układów schodkowych rangi jeden, których iloczyn kartezjański nie jest obszernie Kroneckera. Znane były wcześniej przykłady układów rangi jeden których produkty są bądź nie obszernie Kroncekera. Wyniki [H4] są pierwszym krokiem w kierunku odpowiedzi na pytanie kiedy produkty układów schodkowych rangi jeden są obszernie Kroneckera. W [H5] rozważane są potoki obszernie Kroneckera jednak działanie jest zadane przez bardziej ogólne grupy niż $\mathbb{Z}$ czy $\mathbb{R}$. Główne wyniki [H5] pozwalają w pełni scharakteryzować ergodyczne potoki unipotentne na skończonych ilorazach półprostych grup Liego, które są obszernie Kroneckera.

W pracy [H1] rozważana jest wolna entropia dla parametrów niewymiernych $\alpha \in D$ (gdzie D jest zbiorem wspomnianym wcześniej przy okazji wyników [H3]) i dla każdego $\gamma \in (0, 1)$ potok Kochergina $\mathcal{T}^{\alpha,\gamma}$ względem rodziny funkcji $a_\chi(t) = \chi^t$ ma wolna entropię równą $1+\gamma$. Zawężając nieco zakres parametrów z D (tzn. biorąc jego mniejszy podzbiór) habilitant wykazuje w [H1], że potok Arnold'a $\mathcal{T}^\alpha$ ma wolną entropie względem rodziny funkcji $a_\chi(t) = \chi(\log \chi)^t$ równą 1. Praca [H2], podobnie do [H5], zajmuje się potokami unipotentnymi dla których wyznaczana jest wolna entropia.

Prowadzone w pracach dowody wymagają bardzo dobrego zrozumienia dynamiki rozważanych potoków. Konieczne są oszacowania na tempo separacji orbit oraz statystycznych własności zbiorów na których ta separacja zachodzi. Jest to konieczne w kontekście wyznaczania odległości Hamminga oraz zliczania kul Bowena, co w każdym przypadku jest bardzo trudne. Prowadzone dowody są zaawansowane i skomplikowane od strony technicznej. Prowadzone rozumowania wymagają sporej wiedzy teoretycznej z zakresu układów dynamicznych i teorii ergodycznej oraz dobrego zrozumienia wcześniej stosowanych technik i podejść innych autorów. Niezbędne doświadczenie w tym względzie habilitant nabył już wcześniej, podczas pracy nad wynikami nie wchodzącymi w skład prezentowanego cyklu, jednak w istotny sposób powiązanych z nim tematycznie. Mimo, że główne wyniki daje się podsumować dość krótko, droga prowadząca do ich osiągnięcia jest długa i mozolna. Wystarczy zwrócić uwagę, że praca [H1] liczy około 40 stron, poświęconych w ogromnej mierze ścisłemu wprowadzeniu rozważanych pojęć, przypomnieniu znanych z literatury własności oraz dowodowi dwóch opisanych powyżej twierdzeń głównych dotyczących potoków Kochergina i Arnolda.

Podsumowanie

Bardzo wysoko oceniam wyniki wchodzące w skład przedstawionego osiągnięcia naukowego. Prace wchodzące w jego skład zostały opublikowane niedawno, tworząc ciekawy zbiór technik i pomysłów, wpisując się bardzo dobrze w aktualne kierunki badań matematycznych. Podobne tematy były podejmowane przez uznanych matematyków takich jak D. Ornstein, D. Rudolph, B. Weiss, A. Katok, M. Ratner. Same prace ukazały się w wysoko cenionych czasopismach matematycznych Israel J. Math., Comm. Math. Phys., Studia Math., J. d'Analyse Math. z prestiżowym Duke Math. J. na czele. Już same nazwy czasopism sugerują na starcie, że mamy do czynienia z niebanalną matematyką związaną z aktualnymi badaniami matematycznymi. Po prostu w tych czasopismach nie publikuje się innych wyników, a ich liczba wskazuje, że tematyka nie jest przyczynkarska i wiąże się ze standardowym warsztatem habilitanta. Bardziej szczegółowa analiza zawartości tych prac, którą skrótowo przedstawiłem wcześniej, potwierdza w pełni to pierwsze wrażenie oparte o bibliometrię. Warto też zwrócić uwagę, że współautorzy przedstawionych prac zmieniają się, a pierwsza z prac cyklu jest samodzielna. To może sugerować, że prowadzone w cyklu badania były zainicjowane przez habilitanta a dalsze z nich stanowią rozwinięcie tego podejścia w połączeniu z warsztatem innych, uznanych matematyków. To dodatkowo wzmacnia moje bardzo pozytywne wrażenie związane z cyklem prac [H1]-[H5]. Niestety w dokumentacji nie znajduję szczegółowego opisu odnośnie wkładu merytorycznego każdego z autorów w przedstawione do oceny prace. Zakładam, że oświadczenia takie nie są wymagane we wniosku i w związku z tym udział habilitanta w bezpośrednie powstanie cyklu nie podlega ocenie. Bez stosownych danych nie jest możliwa pełna analiza wkładu habilitanta i mogę opierać się jedynie na moich przypuszczeniach opisanych wcześniej.

Nie mam wątpliwości, że przedstawiony cykl publikacji stanowi **znaczący wkład** w rozwój dyscypliny naukowej matematyka, w szczególności teorii układów dynamicznych i teorii ergodycznej. Pomimo braku oświadczeń autorów, z powodów wskazanych wcześniej przychylam się do opinii, że dr Kanigowski miał **istotny, merytoryczny wpływ** na powstanie tego cyklu.

3. Ocena istotnej aktywności naukowej

Wykazane 30 prac naukowych i 6 kolejnych preprintów to wynik bardzo dobry jak na okres który minął od uzyskania przez habilitanta stopnia naukowego doktora. Jak zaznaczyłem na wstępie, h-index jak i cytowania są także na zadowalającym poziomie. Świetnie prezentuje się natomiast lista czasopism w których ukazały się prace habilitanta. Są wśród nich najbardziej prestiżowe czasopisma matematyczne takie jak Inventiones Mathematicae, Journal of the AMS, Journal of the EMS, Duke Mathematical Journal i wiele innych. W wielu przypadkach są to prace na kilkadziesiąt stron. Na tym etapie kariery naukowej jest to wynik wybitny, który świetnie rokuje na przyszłość i dowodzi wysokiej oceny osiągnięć naukowych habilitanta w środowisku matematycznym.

Upowszechnianie wyników badań także prezentuje się bardzo dobrze. Habilitant co roku uczestniczy w kilku konferencjach czy seminariach gdzie prezentuje wyniki swoich badań. Na liście są bardzo dobre ośrodki naukowe w których uprawiana jest teoria ergodyczna i badania układów dynamicznych a także ważne konferencje z tej tematyki.

Ten bardzo pozytywny obraz dopełniają nagrody przyznane za pracę naukową. Habilitant otrzymał nagrodę Banacha PTM za rozprawę doktorską, nagrodę PTM dla młodych matematyków oraz nagrodę im. Kuratowskiego. Jest też beneficjentem grantów z NSF i staży podoktorskich przyznawanych w drodze konkursu, o czym pisałem na wstępnie tej recenzji. Te wszystkie wyróżnienia tylko dopełniają bardzo dobry obraz który wyłania się po lekturze CV habilitanta.

Habilitant był (współ)organizatorem czterech konferencji o zasięgu międzynarodowym. Uczestniczył także jako członek komisji doktorskiej w dwóch przewodach o nadanie stopnia doktora w USA w 2020 roku.

Nie ma najmniejszej wątpliwości, że dr Kanigowski prowadzi swoje badania w ramach współpracy miedzynarodowej oraz że posiada rozległą sieć współpracowników na całym świecie. Świadczy o tym tak lista współautorów jego prac jak i lista ośrodków w których wygłaszał referaty na seminariach czy też odbywał staże.

4. Konkluzja.

Ustawa *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* stwierdza, że stopień doktora habilitowanego nadaje się osobie, która: posiada w dorobku osiągnięcia naukowe albo artystyczne, stanowiące znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny, oraz wykazuje się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznych.

Nie mam wątpliwości, że przedstawione przez dra Kanigowskiego osiągnięcie stanowi istotny wkład w rozwój dyscypliny matematyka oraz, że ogromna większość prowadzonych badań jest efektem pracy naukowej w ramach współpracy międzynarodowej z wiodącymi naukowcami z zakresu teorii układów dynamicznych. Spora część badań prowadzona była w kilku różnych ośrodkach zagranicznych. Przedstawiony dorobek w znacznym stopniu wykracza poza wymogi tak ustawowe jak i zwyczajowe stawiane habilitantom, w szczególności w pełni spełnione są wymagania określone w art. 219 ust. 1 pkt. 2 i 3 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020 r. poz. 85 z późn. zm.). W mojej osobistej ocenie przedstawiony dorobek naukowy jest wybitny, najlepszy jaki miałem przyjemność oceniać do tej pory. Bez najmniejszej wątpliwości wnioskuje o o dopuszczenie Pana dra Adama Kanigowskiego do dalszych etapów zmierzających do nadania stopnia doktora habilitowanego.