Prof. dr hab. Wacław Marzantowicz
Kierownik Zakładu Geometrii i Topologii
Wydział Matematyki i Informatyki
Uniwersytet Adama Mickiewicza w Poznaniu
ul. Umultowska 87, 61 - 614 Poznań

e-mail: marzan@amu.edu.pl

tel. (48) (61) 829-5499

fax: (48) (61) 829-5315

Recenzja w postępowaniu habilitacyjnym doktora Piotra Bartłomiejczyka

1. Ocena dorobku naukowego rozprawy habilitacyjnej:

Na rozprawę habilitacyjną pana doktora Piotra Bartłomiejczyka, zwaną w myśl art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki "Osiągnięciem naukowym" składa się jednotematyczny cykl siedmiu publikacji pod tytułem „Homotopijne własności przestrzeni odwzorowań lokalnych", których jest autorem lub współautorem, a które są oznaczone w dostarczonym autoreferacie od [H1] do [H7]. Wszystkie zostały opublikowane w czasopismach będących w bazie Instytutu Thompsona, a impact factor każdego z nich podany został w załączonym wykazie. Pan Bartłomiejczyk przesłał także oświadczenia współautorów dotyczące ich wkładu procentowego w przygotowanie poszczególnych publikacji, a nawet jakościowego w postaci opisu części prac, które stanowią ten wkład. Są to prace zwarte, średniej długości, najdłuższa z nich liczy 15 stron, większość trochę powyżej 10 stron, i sześć z nich jest napisana ze współautorami.

Przejdźmy więc do omówienia treści wartości naukowej rozprawy habilitacyjnej pana Piotra Bartłomiejczyka. Jak opisuje kandydat w obszernym i wyczerpującym wprowadzeniu swego autoreferatu, teoria przestrzeni odwzorowań częściowych, lokalnych w połączeniu z teorią odwzorowań właściwych została zainicjowana w pracach Ronalda Browna & współ., Beckera i Gotlieba [26], [27], Gotlieba & wspól. [42], a w kontekście odwzorowań G-współzmienniczych w pracy Dancera, Gęby i Rybickiego [33]. (Tak naprawdę przestrzeń odwzorowań częściowych była już analizowana w pracy K. Kuratowskiego "Sur l'espace des fonctions partielles", Ann. Mat. Pura Appl. (4) 40 (1955), 61–67).

Jednak dla habilitanta pracą, która nie tylko zapoczątkowała omawiany cykl prac habilitacyjnych, ale także była dla niego miejscem gdzie miał po raz pierwszy okazję czynnie wykorzystywać te pojęcia była wspólna praca z M. Izydorkiem i K. Gębą, a w której udział współautorów zarówno w ogólnej inspiracji jak i technicznej realizacji był dominujący, co wynika z oświadczeń. Praca ta zakreśliła pewne ramy programu, którego kolejne etapy były później realizowane w następnych pracach "osiągnięcia". Drugim źródłem inspiracji dla badań przeprowadzonych w pracach [H2-H7] była praca A. Parusińskiego, badająca zależność pomiedzy zbiorem klas homotopii odwzorowań par $(D^n, \partial D^n)$ i $(\mathbb{R}^n, \mathbb{R}^n \setminus \{0\})$ a zbiorem klas homotopii gradientowych odwzorowań gradientowych (tj. będących gradientem funkcji $\chi : D^n \to \mathbb{R}$). Odpowiadając na pytanie postawione przez K. Gębę Parusiński pokazał w [52], że naturalne włożenie odzworowań gradientowych we wszystkie odzworowania ciągłe indukuje bijekcje tych zbiorów, przy czym istotnym krokiem jest pokazanie iniekcji tj. że dwa homotopijne odwzorowania gradientowe są homotopijne gradientowo.

Habilitant w pracach [H2-H7] rozprawy habilitacyjnej zbadał systematycznie ten problem tj. zależności pomiędzy zbiorami odwzorowań gradientowych i deformacji gradientowych, a zbiorem wszystkich odwzorowań i ich deformacji. Okazało się, że łatwiej ten problem badać jeśli odwzorwania są określone tylko na pewnym podzbiorze otwartym dziedziny (zależnym od odwzorowania), i podobnie ich deformacje, stąd ropzpatruje się przestrzeń odwzorowań lokalnych i odpowiednio ich deformacji zwanych otopiami. Z drugiej strony zastosowania, w tym konieczność określania odwzorowań na uzwarceniach dziedzin, wymaga rozpatrywania odwzorowań właściwych.

Bardziej szczegółowo w pracach [H2] i [H3] rozważa sie zbiór $\mathcal{F}(n)$ wszystkich odwzorowań lokalnych w $\mathbb{R}^n$ i następujące jego podzbiory:

$$\begin{aligned} \mathcal{F}_\nabla(n) &:= \{f \in \mathcal{F}(n) \mid f \text{ jest gradientowe}\}, \\ \mathcal{P}(n) &:= \{f \in \mathcal{F}(n) \mid f \text{ jest właściwe}\}, \\ \mathcal{P}_\nabla(n) &:= \mathcal{F}_\nabla(n) \cap \mathcal{P}(n). \end{aligned}$$

Zbiór klas otopii odwzorowań lokalnych oznacza on przez $\mathcal{F}[n]$. Oprócz klasycznych otopii rozważa się otopie, które spełniają pewne dodatkowe warunki, mianowicie *gradientowe* tj. $h(t,x) = \nabla_x\chi(t,x)$ dla pewnej niekoniecznie ciągłej funkcji χ takiej, że χ_t jest klasy C^1 dla każdego $t \in I$, *właściwe* tj. h jest właściwe, *właściwe gradientowe* jeśli spełnia oba warunki.

Zbiory odpowiednich klas otopii w $\mathcal{F}_\nabla(n)$, $\mathcal{P}(n)$, $\mathcal{P}_\nabla(n)$ oznaczane są przez $\mathcal{F}_\nabla[n]$, $\mathcal{P}[n]$, $\mathcal{P}_\nabla[n]$.

Inkluzje odpowiednich zbiorów odwzorowań indukują następujący diagram przemienny klas otopii:

(*)
$$
\begin{tikzcd}
\mathcal{P}_\nabla[n] \arrow[r, "\mathfrak{a}"] \arrow[d, "\mathfrak{b}"'] & \mathcal{P}[n] \arrow[d, "\mathfrak{c}"] \\
\mathcal{F}_\nabla[n] \arrow[r, "\mathfrak{d}"] & \mathcal{F}[n]
\end{tikzcd}
$$

Główne wyniki prac [H2] i [H3] można podsumować następująco: Wszystkie strzałki w diagramie $(*)$ są bijekcjami, przy czym w [H2] wykazana jest suriektywność $\mathfrak{a}$ i $\mathfrak{b}$, a iniektywość w pracy [H3]. Obydwa dowody są elementarne, ale wymagają nietrywialnych technicznie rozumowań geometrycznych. Tak naprawdę do identyfikacji powyżej wymienionych zbiorów wykorzystuje się istnienie niezmiennika, stopnia odwzorowania oznaczanego "deg", dla tych klas (patrz [H1]) i bijektywność diagramu $(*)$ wynika z bijektywności poniższego diagramu

(**)
$$
\begin{tikzcd}
 & \mathcal{F}[n] \arrow[d, "\deg"] & \\
\mathcal{F}_\nabla[n] \arrow[ur] \arrow[r, "\deg"] & \mathbb{Z} & \mathcal{P}[n] \arrow[ul] \arrow[l, "\deg"'] \\
 & \mathcal{P}_\nabla[n] \arrow[ul] \arrow[ur] \arrow[u, "\deg"'] &
\end{tikzcd}
$$

Praca [H7] jest kontynuacją i rozwinięciem prac [H2] i [H3] na sytuację, gdzie rozważa się lokalne pola wektorowe, odpowiednio lokalne pola gradientowe, na rozmaitości gładkiej M, czyli pola na wiązce stycznej do M. Stopień odwzorowania musi być zamieniony indeksem przecięcia " I " danego pola z polem zerowym.

Jeśli klasy otopii, odpowiednio otopii gradientowych na rozmaitości M oznaczamy przez $\mathcal{F}[M]$ i $\mathcal{F}^\nabla[M]$, to główny wynik pracy [H7] można zredukować do stwierdzenia, że w poniższym diagramie wszystkie strzałki są bijekcjami

(* * *)
$$
\begin{tikzcd}
\mathcal{F}^\nabla[M] \arrow[rr, "\Phi"] \arrow[dr, "\mathrm{I}"'] & & \mathcal{F}[M] \arrow[dl, "\mathrm{I}"] \\
 & \mathbb{Z} &
\end{tikzcd}
$$

Znowu jak poprzednio dowód jest technicznie nietrywialny i składa się z kilku geometrycznych lematów. Należy podkreślić, że twierdzenie to jest uogólnieniem twierdzenia Parusińskiego na ten przypadek. Co więcej w pracy [H7] opisuje się bijekcje zbiorów $\mathcal{F}_G^\nabla[\Omega]$ i $\mathcal{F}^\nabla[M]$, gdzie $M = \Omega/G$ oraz $\Omega \subset V$ jest podzbiorem otwartym, niezmienniczym i zawartym w głównym typie orbitowym równym e, czyli działanie na Ω jest wolne. W nieopublikowanym jeszcze preprincie habilitanta [13] pokazuje się, także wykorzystując wynik zawarty w [H7], że zbiór $\mathcal{F}_G^\nabla[\Omega]$ można utożsamiać z $\mathcal{F}_G[\Omega]$ wtedy i tylko wtedy, gdy $\dim G = 0$, czyli, że współzmienniczy wariant tw. Parusińskiego ma miejsce tylko w tym przypadku. Zresztą tego ostatniego można było się spodziewać w świetle głównego wyniku pracy [33] Dancera, Gęby i Rybickiego dla klasycznych G-odwzorowań.

Dwie inne prace z "osiągnięcia" [H4] i [H5] są poświęcone zbadaniu relacji pomiędzy przestrzeniami odwzorowań lokalnych właściwych $\mathcal{P}(n,k)$ z $\mathbb{R}^{n+k}$ do $\mathbb{R}^n$ i ich nadprzestrzeniami odwzorowań lokalnych $\mathcal{F}(n,k)$. Główny wynik pracy [H4] stwierdza, że naturalne włożenie $\mathcal{P}(n,k) \subset \mathcal{F}(n,k)$ jest słabą homotopijną równoważnością. Jednocześnie główny wynik pracy [H5] mówi, że dla $n > 1$, $k \geqslant 0$, to włożenie nie jest homotopijną równoważnością. Jest to subtelne rozróżnienie i dla jego pokazania niezbędne było wykazanie odpowiedniej wersji reguły wykładniczej $\mathrm{Map}(X \times Y, Z) \simeq \mathrm{Map}(X, \mathrm{Map}(Y,Z))$. Natomiast na poziomie otopii mamy bijekcję $\mathcal{P}[n,k]$ z $\mathcal{F}[n,k]$ ([H4]). Podobnie jak we wcześniej omawianych pracach do dowodów niezbędne jest wykazanie kilku nietrywialnych faktów geometrycznych ujętych w szereg lematów.

Ostatnia, z omawianych, praca [H6] z zestawu wchodzącego w skład rozprawy habilitacyjnej jest rozwinięciem pracy [H1] i dwóch wymienionych powyżej. Mianowicie mając niezmienniczy podzbiór otwarty $\Omega \subset V \oplus \mathbb{R}^k$, gdzie V jest reprezentacją ortogonalną G wymiaru n, $V^G = \{0\}$. Główny wynik mówi, że dla odpowiednich przestrzeni odwzorowań współzmienniczych włożenie $\mathcal{P}_G(\Omega) \subset \mathcal{F}_G(\Omega)$ jest słabą homotopijną równoważnością, a na poziomie G-otopii indukuje bijekcje $\mathcal{P}_G[\Omega]$ z $\mathcal{F}_G[\Omega]$. Na koniec tej pracy jest twierdzenie o rozkładzie tych klas G-otopii

$$\mathcal{F}_G[\Omega] \approx \prod_{(H)} \mathcal{F}_{WH}[\Omega_H] \quad oraz \quad \mathcal{P}_G[\Omega] \approx \prod_{(H)} \mathcal{P}_{WH}[\Omega_H]$$

gdzie produkt jest wzięty po klasach sprzężoności wszystkich podgrup $H \subset G$ z wymiarem grupy Weyla $\dim WH \leqslant k$, a $\Omega_H := \{x \in \Omega : G_x = H\}$. Wymieniony wyżej rozkład był znany dla klas G-homotopii G-odwzorowań (np. w pracy Balanowa i Krawcewicza [3], czy inną techniką w pracach [47], [48] Marzantowicza i Prieto), ale dla odwzorowań częściowych i częściowych-właściwych został po raz pierwszy wykazany właśnie przez habilitanta.

Podsumowując ocenę merytoryczną wyników zawartych w pracach stanowiących przedmiot "osiągnięcia" (rozprawy habilitacyjnej) można powiedzieć co następuje:

Po stronie zalet należy wymienić:

- Są odpowiedzią na naturalne pytania, których genezą były problemy z metod topologicznych w analizie nieliniowej;
- Wyniki są nietrywialne, to znaczy wymagają nietrywialnych, choć elementarnych, rozumowań geometrycznych;
- Stanowią jednolitą całość realizującą nakreślony program i każda kolejna praca pogłębia wiedzę w stosunku do poprzednich.
- Pokazują, co jest dość częste w matematyce, że rozszerzenie klasy badanych obiektów (otopia versus homotopia), może upraszczać pewne problemy techniczne;

Za niedostatki dorobku zawartego w tych pracach uważam:

- Brak dyskusji zastosowań osiągniętych wyników, zwłaszcza do problemów z analizy nieliniowej, która historycznie była inspiracją do tych badań;
- Brak interakcji z bardzo aktualnymi publikacjami (w obie strony), co jest konsekwencją poprzedniego punktu, gdyż dopiero albo spektakularny wynik, albo zastosowania mógłby zwrócić w tej chwili uwagę innych autorów na tę serię prac;
- Brak podjęcia próby zbadania relacji "wyższych grup homotopii gradientowych" $\pi_k^{\nabla}(D^n, \partial D^n)$, $k \geqslant 1$, ze zwykłymi grupami homotopii $\pi_k(D^n, \partial D^n)$. Twierdzenie Parusińskiego mówi, że $\pi_0^{\nabla}(D^n, \partial D^n) = \pi_0(D^n, \partial D^n)$.

2. Ocena pozostałych pozycji dorobku doktora Piotra Bartłomiejczyka.

Całkowity dorobek doktora Piotra Barłomiejczyka składa się z 20 pozycji (wliczając rozprawę doktorską), z tego 18 opublikowanych. Konsekwentnie pozostały dorobek składa się z 11 pozycji opublikowanych, gdyż te dwie złożone, a jeszcze nie opublikowane, są kontynuacją prac [H1]-[H7].

Z tych jedenastu prac osiem zostało napisanych po uzyskaniu stopnia doktora, a wśród nich tylko trzy dotyczą tematyki rozprawy habilitacyjnej. Pozostałych pięć i trzy opublikowane, przed doktoratem dotyczą teorii indeksu Conleya. Teorii indeksu Conleya poświęcona była praca doktorska Piotra Bartłomiejczyka.

Są to ciekawe prace, z ciekawej teorii, której rozkwit przypadał na koniec lat osiemdziesiątych i lata dziewięćdziesiąte ubiegłego stulecia aczkolwiek jest to do dzisiaj rozwijana tematyka. W Polsce głównymi ośrodkami gdzie prowadzi się badania nad i przy pomocy teorii Conleya są Kraków i Gdańsk, a w ostatnich latach także Toruń.

Wyniki prac habilitanta w tej tematyce są bardzo dokładnie opisane w jego autoreferacie, w związku z tym, aby się nie powtarzać, nie będę szczegółowo omawiać ich treści. Wymieniony autoreferat, zawiera też bardzo skrupulatnie i uczciwie podane relacje treści i wyników prac, których był autorem lub współautorem, do wyników prac innych autorów. Ich rezultaty wypełniają luki w literaturze: analizując i opisując własności pojęć (graf filtracji Morse'a, macierz połączeń, czy ciąg spektralny stowarzyszony z tą filtracją) i w pierwszych pracach dotyczą dyskretnego indeksu Conleya, w późniejszych obejmują także przypadek ciągły. Zarówno badane oraz wprowadzone pojęcia jak i uzyskane wyniki należą do kategorii takich, że można by je przewidywać, ale jednak wcześniej nikt tego nie zrobił, być może ze względu na pewne kłopoty techniczne. Warto zaznaczyć, że Piotr Bartłomiejczyk wprowadzał technikę ciągów spektralnych do badania indeksu Conleya równolegle ze znanymi matematykami jak Kokubo. Jego prace [7] i [10] zostały opublikowane wcześniej niż artykuł *Cornea, O.; de Rezende, K. A.; da Silveira, M. R. Spectral sequences in Conley's theory. Ergodic Theory Dynam. Systems 30 (2010), no. 4, 1009–1054.* zawierający ten sam rezultat tylko, że mniejszej ogólności (tylko dla potoków gradientowych) niż w pracy [7] i nawet [10], oraz ze znacznie bardziej skomplikowanym dowodem. Moim zdaniem dość mała rozpoznawalność (cytowania) prac habilitanta z tej tematyki jest konsekwencją jego stylu pracy (dużo prac indywidualnych) i faktu, że nie pracował w ośrodku wiodącym w tym obszarze badań, a nie starał się dostatecznie mocno o kontakty i współpracę z silniejszymi ośrodkami oraz po prostu na rozszerzenie badanych obszarów na pokrewne teorie. Z drugiej strony wśród matematyków prace samodzielne są uważane za bardziej wartościowe niż prace wieloautorskie.

W dorobku nie zaliczanym do "osiągnięcia naukowego" są trzy prace z tematyki włączonej do grupy rozprawy habilitacyjnej. Są to prace [19], [20] i [21]. Pierwsze dwie to prace dotyczące zagadnień wokół twierdzenia Parusińskiego, a praca [21] to rozwinięcie pracy [H4] poświęconej regule wykładniczej. W [19], przy założeniu, że wymiar przestrzeni $n = 2$, wykazuje się, iż odpowiednie przestrzenie odwzorowań lokalnych, i lokalnych gradientowych, są homotopijnie równoważne, a nie tylko mają tę samą liczbę składowych łukowych, czyli wzmacnia się twierdzenie Parusińskiego. W [20] podaje się nowy dowód tw. Parusińskiego (znowu dla $n = 2$) usuwając lukę z oryginalnego dowodu. W obu pracach używane są subtelne geometryczne rozumowania na płaszczyźnie.

Zmierzając do podsumowania oceny wartości merytorycznej dorobku habilitanta poza pracami z "osiągnięcia" stwierdzam, że

- Stanowią całość, w większości poświęcone są teorii indeksu Conleya;
- Porządkując pewne zagadnienia zbyt mało koncentrują się na zastosowaniach i powiązaniach z badaniami innych autorów, co implikuje małe ich postrzeganie;
- Trzy prace z tematyki rozprawy habilitacyjnej znakomicie uzupełniają wyniki części włączonej do "osiągnięcia".

Przechodząc do końcowej oceny merytorycznej całości dorobku publikacyjnego doktora Bartłomiejczyka można powiedzieć, że biorąc pod uwagę okres badań liczba prac nie jest duża, ale mieści się w normie dla tej kategorii awansu wśród matematyków. Podkreślić należy dużą intensyfikacje osiągniętych wyników i liczby publikacji ostatnim okresie (od roku 2010) co jest dobrym prognostykiem na przyszłość. Jakościowo rezultaty badań zostały ocenione powyżej - stanowią całość (w obu grupach), są rzetelne, w wielu wypadkach wymagały nietrywialnych technicznie rozumowań geometrycznych, odpowiadają na naturalnie postawione pytania.

Liczba cytowań prac habilitanta, jak i inne numeryczne niezmienniki oceny pracy naukowej, są podane w bardzo skrupulatnie przygotowanym autoreferacie, i nie jest chyba zasadnym powtarzanie tego w recenzji. Liczba cytowań nie jest imponująca, ale ciągle mieści się w akceptowanych. Co mogę stwierdzić z doświadczenia, że są to wartości nie odbiegające drastycznie od średniej dla tej kategorii awansu wśród matematyków w Polsce. Brałem udział w pozytywnie zakończonych przewodach habilitacyjnych, gdzie liczba ogólna cytowań kandydata była mniejsza.

Pozostaje omówić w tej kategorii "inne wskaźniki dokonań naukowych", co w tym przypadku redukuje się praktycznie do aktywnego udziału w konferencjach (z referatem). W tej kategorii dorobek habilitanta należy ocenić jako dobry - średnio jedna konferencja rocznie po uzyskaniu stopnia doktora.

Przechodząc do oceny dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz informacji o współpracy międzynarodowej habilitanta muszę powtórzyć to co stwierdziłem powyżej: niestety doktor Bartłomiejczyk niezbyt dbał o tę stronę pracy naukowej, ale może to jest konsekwencją jego struktury psychicznej. Dla mnie trochę zabawnym jest fakt, że jest on członkiem AMS od 2007 roku, a PTM dopiero od roku 2015. Działań przy organizacji nauki nie odnotowano w przedstawionym autoreferacie i wykazie.

W jego dorobku dydaktycznym jest jedno promotorstwo pomocnicze. Natomiast mnie osobiście zainteresowała lista tematów prac magisterskich, których doktor Bartłomiejczyk był opiekunem. Świadczy ona o jego chęci przekazania swoim magistrantom stosunkowo szerokiego spektrum ciekawych idei matematycznych, daleko wychodzących poza obszar jego pracy badawczej.

Będąc z założenia, jako recenzent, dość krytycznie nastawiony do ogólnego dorobku habilitanta, a w szczególności odnosząc się z pewnym dystansem do jego dorobku naukowego, sięgnąłem po odpowiednią ustawę, która jest podstawą prawną przewodów habilitacyjnych. Jej artykuł 16 ustęp 2 mówi, że podstawą do tej promocji mają być osiągnięcia „stanowiące znaczny wkład autora w rozwój określonej dyscypliny naukowej lub artystycznej, oraz że wykazuje się istotną aktywnością naukową lub artystyczną." W tym momencie można zadać sobie pytanie: czy w tym wypadku, przez dyscyplinę należy rozumieć „całą matematykę", czy też „metody topologiczne w analizie nieliniowej", interpretowaną tak jak ją pojmuje środowisko uprawiające tę teorię. Sądzę, że należy przyjąć tę drugą interpretację, gdyż inaczej byłoby niewiele promocji habilitacyjnych. W jej świetle dorobek czysto naukowy doktora Piotra Bartłomiejczyka choć nie jest imponujący, to wygląda bez wątpliwości pozytywnie, a pozostały dorobek dostatecznie. Uważam więc, że jego całkowity dorobek jest na tyle istotny aby stanowił podstawę do nadania jemu stopnia doktora habilitowanego.

Konkluzja: W związku z tym wnoszę o dopuszczenie doktora Piotra Bartłomiejczyka do dalszych etapów przewodu habilitacyjnego.

Poznań 06.03.16

Marzantowicz

Wacław Marzantowicz