

**Ocena osiągnięcia zgłoszonego w postępowaniu habilitacyjnym  
oraz dorobku naukowo-badawczego, dydaktycznego i popularyzatorskiego  
dr Thomasa Leistnera**

**Ocena osiągnięcia zgłoszonego w postępowaniu habilitacyjnym**

Osiągnięcie zgłoszone przez dr Thomasa Leistnera, zatytułowane "*Pojęcie holonomii w geometrii konforemnej: jej redukcje, klasyfikacja i związek z metrykami Feffermana-Grahama*", obejmuje 9 artykułów naukowych [Hab1]-[Hab9] (wg oznaczeń z załączonego autoreferatu), z których jeden jest napisany indywidualnie, zaś pozostałe są współautorskie, łącznie z 6-oma matematykami. Do dokumentacji dołączone zostały oświadczenia współautorów o ich wkładzie we wspólne prace. Artykuły obejmujące osiągnięcie dotyczą zjawiska holonomii na rozmaitościach zaopatrzonych w strukturę konforemna. Artykuły te zawierają oryginalne rezultaty, i zostały opublikowane w dobrych i bardzo dobrych czasopismach o zasięgu międzynarodowym (są to czasopisma z dawnej ministerialnej listy A, o średnich i wysokich impact factorach, którym w nowym ministerialnym wykazie przydzielono od 70 do 200 punktów). Artykuły te są obszerne lub nawet bardzo obszerne (4 z nich mają ponad 30 stron, w tym jeden nawet 52 strony), i zawierają na ogół kompletne nieprzyczynkarskie rozstrzygnięcia naturalnych problemów dotyczących podejmowanej problematyki.

**Charakterystyka problematyki.** Mając daną koneksję na wiązce wektorowej nad rozmaitością, definiuje się w naturalny sposób przeniesienie równoległe wzdłuż gładkich dróg w tej rozmaitości, które jest linowym odwzorowaniem włókna w punkcie początkowym drogi we włókno w punkcie końcowym. Dla dróg będących pętlami, daje to liniowy automorfizm włókna  $V$  w punkcie bazowym. Grupa holonomii to podgrupa w grupie  $GL(V)$  generowana przez takie automorfizmy (a w pewnych kontekstach, raczej składowa spójności identyczności w takiej grupie, co odpowiada holonomii w nakryciu uniwersalnym). Różne struktury geometryczne na rozmaitościach wyznaczają naturalne koneksje na odpowiednich wiązках. Najbardziej znanym przykładem jest tzw. *koneksja Leviiego-Civity* na wiązce stycznej do rozmaitości. Innym przykładem, dotyczącym badań Thomasa Leistnera, jest tzw. *konforemna koneksja* na stowarzyszonej z rozmaitością konforemna wiązce zwanej *wiązką traktorową*.

Główną problematyką badawczą Thomasa Leistnera w ramach zgłoszonego osiągnięcia są właśnie zjawiska dotyczące pojęcia holonomii dla struktur konforemnych na rozmaitościach. Pojęcie holonomii zrobiło karierę w geometrii riemannowskiej, gdzie dało się zaobserwować następujące podstawowe fenomeny:

1. (de Rham) gdy grupa holonomii jest redukowalna, to nakrycie uniwersalne rozmaitości wyraża się jako metryczny (riemannowski) produkt kartezjański kilku rozmaitości odpowiadających nieprzywiedlnym składowym grupy holonomii;
2. (Berger) nieredukowalna grupa holonomii może przyjąć w każdym wymiarze formę jednej z grup ze skończonej jawnej listy;
3. dla niektórych spośród postaci nieredukowalnych grup holonomii rozmaitość riemannowska o zadanej grupie holonomii jest lokalnie jednoznaczna, i lokalnie izometryczna z konkretnie wskazaną przestrzenią symetryczną;

4. niektóre spośród grup holonomii pojawiają się w nieskończonych seriach, po jednej grupie w coraz to wyższych wymiarach, i odpowiadające im metryki Riemanna są stosunkowo łatwo rozpoznawalne; inne grupy holonomii pojawiają się w pojedynczych wymiarach, i takie grupy holonomii zostały nazwane *wyjatkowymi*, zaś konstrukcja odpowiednich rozmaitości riemannowskich o takiej holonomii (zwłaszcza zupełnych albo zwartych) stanowiła osobne wyzwanie.

Badania Thomasa Leistnera, w pewnym przybliżeniu, podążają tropem ustalania i rozstrzygnięcia własności podobnych do powyższych dla holonomii struktur konforemnych.

**Charakterystyka rezultatów w ramach zgłoszonego osiągnięcia.** Badania Thomasa Leistnera w ramach przedstawionego osiągnięcia prowadzone są, z grubsza, według następujących schematów. Po pierwsze, na wiązce traktorowej związanej ze strukturą konforemna, oprócz kanonicznej koneksji (konforemnej) zadana jest też kanoniczna metryka, która jest zgodna z koneksją. Jest to metryka pseudoriemannowska, o sygnaturze  $(p + 1, q + 1)$  (gdzie  $(p, q)$  to sygnatura wyjściowej struktury konforemnej), więc nigdy nie jest ona stricte riemannowska. Co więcej, koneksja konforemna na ogół nie jest beztorsyjna, więc nie jest koneksją Levi-Civity powyższej metryki. Tym niemniej, w rozmaitych sytuacjach zaobserwowanych przez Thomasa Leistnera (np. gdy znika tzw. tensor Cottona struktury), koneksja ta ma własności na tyle podobne do koneksji Levi-Civity, że jest możliwe zbadanie jej holonomii w sposób podobny do badań dotyczących holonomii metryk pseudo-riemannowskich. W przypadku pseudo-riemannowskim pełna klasyfikacja grup holonomii nie jest wprawdzie znana (w przeciwieństwie do przypadku stricte riemannowskiego), ale znany jest odpowiedni wariant wyżej wspomnianego twierdzenia de Rhama o rozkładzie (twierdzenie Wu), i znane są pełne klasyfikacje holonomii dla niektórych sygnatur. W szczególności, klasyfikacja holonomii w przypadku lorentzowskim (sygnatury postaci  $(p, 1)$ ) została przeprowadzona przez samego Thomasa Leistnera w jego znanej i szeroko cytowanej rozprawie doktorskiej. Wszystko to pozwala wytropić pewne własności dotyczące holonomii konforemnych poprzez redukcję (wymagającą znacznego wysiłku i pomysłowości) do przypadku holonomii pseudoriemannowskich.

Drugi schemat badań dotyczy stowarzyszonego ze strukturą konforemna (nie do końca kononicznie lub jednoznacznie) obiektu zwanego *rozmaitością Feffermana-Grahama* (lub pre-Feffermana-Grahama, gdy chce się zaznaczyć niekanoniczność). Jest to pewna rozmaitość pseudoriemannowska, niekiedy zadana w sposób jednoznaczny (np. dla nieparzystych wymiarów wyjściowej rozmaitości konforemnej) mająca tę zaletę, że w licznych przypadkach da się wykazać, iż jej grupa holonomii (pseudoriemannowskiej) jest prezyzyjnie związana z grupą holonomii wyjściowej struktury konforemnej. Na ogół (w przypadkach niejednoznaczności) wymaga to znalezienia specjalnych metryk Feffermana-Grahama (w obszernej klasie spełniających ogólną definicję), dla których zachodzi powyższy precyzyjny związek.

Do najważniejszych finalnych rezultatów w ramach zgłoszonego osiągnięcia zaliczyłbym m.in. następujące wyniki:

- pełna klasyfikacja konforemnych grup holonomii dla struktur konforemnych riemannowskich (konsekwencja rozmaitych wyników z pracy [Hab1]);
- wprowadzenie pojęcia *koneksji pre-Feffermana-Grahama* (na ogół różnej od koneksji Levi-Civity) na rozmaitości pre-Feffermana-Grahama, oraz wykazanie, że holonomia

tych struktur konforemnych, dla których skręcenie koneksji pre-Feffermana-Grahama spełnia dość ogólny warunek, jest równa holonomii tej koneksji; w szczególności, gdy koneksja pre-Feffermana-Grahama jest równa koneksji Levi-Civity (np gdy znika tensor Cottona struktury konforemnej), to holonomia konforemna jest równa holonomii pseudoriemannowskiej dla metryki Feffermana-Grahama (wynik z [Hab2]);

- klasyfikacja spójnych podgrup w grupie  $SO(2, n)$  z nieredukowalnym standardowym obciążonym działaniem, i rozmaite konsekwencje tego faktu dla grup holonomii struktur konforemnych o specjalnych sygnaturach; w szczególności, pełna klasyfikacja nieredukowalnych grup holonomii lorentzowskich struktur konforemnych (wyniki z prac [Hab4] i [Hab7]);
- wykazanie, że dla struktur konforemnych o dowolnej sygnaturze lokalnie konforemnych z metryką płaską w sensie Ricci'ego holonomia konforemna jest równa holonomii pseudoriemannowskiej dla specjalnie wyznaczonej metryki Feffermana-Grahama ([Hab1]);
- jawne konstrukcje nieznanymi wcześniej przykładów metryk Feffermana-Grahama płaskich w sensie Ricci'ego, dla bardzo specjalnych struktur konforemnych Nurowskiego i Bryanta, dla których grupy pseudoriemannowskiej holonomii są różnymi specjalnymi grupami (często nie posiadającymi wcześniej znanych metryk o takiej holonomii); konstrukcje te dają też nowe przykłady konforemnych grup holonomii (prace [Hab3], [Hab5] i [Hab9]).

Powyższe wyniki stanowią w mojej ocenie istotny postęp w ramach problematyki aktualnej, będącej przedmiotem zainteresowania licznych badaczy, i mającej powiązania ze zróżnicowaną, bogatą paletą zagadnień i technik. Jest to matematyka wysokiej próby. Podsumowując, uważam że przedstawione osiągnięcie stanowi istotny wkład w reprezentowaną dziedzinę badawczą, i spełnia kryteria stawiane w postępowaniach habilitacyjnych.

#### Ocena całokształtu osiągnięć naukowo-badawczych dr Thomasa Leistnera

Udokumentowany dorobek naukowy Thomasa Leistnera obejmuje łącznie 21 prac opublikowanych w recenzowanych czasopismach, bez wyjątku z listy JCR (w tym jedna zaakceptowana do publikacji w Journal of Differential Geometry lutym 2018, która ciągle jeszcze nie ukazała się w oficjalnym tomie), trzy dalsze prace będące w trakcie recenzji, a ponadto jeden artykuł przygotowany w ostatnim czasie, nie wymieniony w autoreferacie, udostępniony w bazie preprintów arXiv już w roku 2020. Ponadto, trzy dalsze artykuły Thomasa Leistnera ukazały się w wydawnictwach pokonferencyjnych. Zdecydowana większość spośród tych prac to publikacje współautorskie, łącznie z około 20 różnymi współautorami (choć akurat najdłuższa i najczęściej cytowana jego praca zawierająca znakomite rezultaty z rozprawy doktorskiej, opublikowana w Journal of Differential Geometry, jest samodzielna). Wśród współautorów, obok promotorki doktoratu Helgi Baum, znajdują się zarówno renomowani uczeni o wybitnym dorobku (A.R. Gover, M.G. Eastwood, D.V. Alekseevski, V. Cortes, P. Nurowski) jak i młodzi stażyści bądź współpracownicy z kręgu podopiecznych Thomasa Leistnera (A. Lischewski, W. Globke). Prace te, oprócz holonomii konforemnych, dotyczą szeregu zagadnień z geometrii Lorentzowskiej, specjalnych grup holonomii pseudoriemannowskiej, a także pewnych równań różniczkowych pojawiających się w kontekście struktur geometrycznych. Jest to więc problematyka dość zróżnicowana, choć krążąca wokół centralnego tematu holonomii.

Sumaryczna liczba cytowań w bazie Web of Science, sprawdzona przeze mnie w dniu 7.II.2020 i dotycząca 21 publikacji, wynosiła 217, w tym 176 bez autocytowań (w autoreferacie autor wspomina o 247 cytowaniach 22 artykułów); index Hirscha wynosi 9 (wg autoreferatu, 10). W nieco mniej restrykcyjnej bazie MathSciNet zarejestrowałem w tym samym dniu 274 cytowania (w stosunku do 259 podanych w autoreferacie, co oznacza stałą tendencję wzrostową). Są to wskaźniki parametryczne robiące bardzo dobre wrażenie.

Pozostałe aspekty i przejawy aktywności naukowo-badawczej Thomasa Leistnera wypadają więcej niż zadowalająco. Od roku 2005 kierował czterema projektami badawczymi (2 australijskie, 1 niemiecki, i 1 dotyczący współpracy australijsko-niemieckiej), a ponadto był wykonawcą w kolejnych 3 grantach. Od wielu lat przynajmniej raz w roku wygłasza zaproszony referat na konferencji, lub cykl zaproszonych wykładów na warsztatach. Odwiedza z zaproszonymi referatami seminaria na licznych uniwersytetach. Opublikował cztery zamówione artykuły przeglądowe. Był współorganizatorem 5 konferencji i warsztatów. Jest członkiem komitetów redakcyjnych w dwóch czasopismach naukowych.

Podsumowując, uważam że aktywność naukowo-badawcza Thomasa Leistnera spełnia wymagania stawiane w postępowaniach habilitacyjnych.

#### **Ocena osiągnięć dydaktycznych, popularyzatorskich, oraz w zakresie współpracy międzynarodowej.**

Thomas Leistner wykazuje ponad przeciętną aktywność w zakresie współpracy międzynarodowej. Współpracuje z licznymi badaczami z większości kontynentów; ma wspólne publikacje z nie mniej niż 18 matematykami. Odbył liczne wizyty naukowe w Niemczech, USA, Polsce, Korei, Hiszpanii, Czechach i Nowej Zelandii, zaś kilkunastu matematyków na jego zaproszenie wizytowało Uniwersytet w Adelaidzie. Wygłosił 10-godzinny specjalistyczny zaproszony kurs podczas Semestru Simonsa w IMPAN w Warszawie. Recenzował prace w licznych czasopismach o zasięgu międzynarodowym, a także wnioski badawcze w Czechach i Republice Południowej Afryki.

Aktywność Thomasa Leistnera w zakresie dydaktyki i popularyzacji jest także całkiem bogata. Oprócz zróżnicowanych wykładów w zatrudniających go instytucjach w Australii i w Niemczech, obejmuje opiekę nad sporą liczbą prac licencjackich i magisterskich, dotyczących dość zawansowanej problematyki (co uważam za dodatkowy atut), a także opiekę nad krótkimi studenckimi projektami badawczymi na uniwersytecie w Adelaidzie. Jest też obecnie współopiekunem (współpromotorem) w dwóch przewodach doktorskich, w Hamburgu i w Adelaidzie. W ramach swoich australijskich grantów, zatrudniał na dłuższych posadach postdoktorskich dwóch stażystów. Nie stronił też od działalności organizacyjnej dotyczącej oddziaływania uniwersytetu na szersze środowisko społeczne, jak jest to opisane szczegółowo w punkcie 4. załączonej informacji o osiągnięciach dydaktycznych.

**Konkluzja.** Podsumowując, w mojej ocenie zarówno osiągnięcie zgłoszone w postępowaniu habilitacyjnym dr Thomasa Leistnera, jak i jego pozostały dorobek naukowy, jest **znaczny i stanowi istotny wkład w rozwój reprezentowanej dyscypliny**. Pozostała aktywność i osiągnięcia z całą pewnością także **spełniają wymagania stawiane w postępowaniach habilitacyjnych**.

*Justkowski*