

Warszawa, 24 lipca 2017 r.

Prof. dr hab. Maciej Sawicki
Instytut Fizyki Polskiej Akademii Nauk
Al. Lotników 32/46, 02-668 Warszawa

**Ocena dorobku naukowego oraz recenzja rozprawy habilitacyjnej
doktora Łukasza Kilańskiego**

Dr Łukasz Kilański ukończył studia na Wydziale Fizyki Technicznej, Informatyki i Matematyki Stosowanej na Politechnice Łódzkiej w roku 2006 broniąc pracy magisterskiej zatytułowanej „Wyznaczanie kwadratowego współczynnika elektrooptycznego $|g_{2211}-g_{1111}|$ w kryształach RDP w temperaturze pokojowej”, której promotorem był dr P. Górski. W tym samym roku rozpoczął studia doktorskie w Międzynarodowym Studium Doktoranckim działającym przy Instytucie Fizyki PAN w Warszawie pod kierunkiem prof. dra hab. Witolda Dobrowolskiego w Zespole Fizyki Półprzewodników Półmagnetycznych z Oddziału Fizyki Półprzewodników IF PAN. Głównym tematem studiów doktoranckich Habilitanta były badania właściwości strukturalnych, magnetycznych oraz elektrycznych półprzewodników zawierających domieszki jonów metali przejściowych oraz ziem rzadkich. Z resztą, tej tematyce naukowej dr Kilański pozostał wierny do chwili obecnej. Studia doktoranckie zostały ukończone przed terminem w czerwcu 2010 roku obroną pracy doktorskiej zatytułowanej „Magnetyzm półprzewodników o strukturze CuFeS_2 oraz NaCl na przykładach $(\text{Cd,Zn})\text{MnGeAs}_2$ oraz GeSnMnEuTe ” wykonanej pod kierunkiem prof. W. Dobrowolskiego. Po obronie, w tym samym roku rozpoczął pracę w IF PAN w grupie prof. Dobrowolskiego na stanowisku asystenta, a od 2011 roku do chwili obecnej kontynuuje zatrudnienie w IF PAN na stanowisku adiunkta. Od początku zatrudnienia w IF PAN Habilitant wielokrotnie przebywał za granicą, odbywając między innymi roczny staż podoktorski (lata 2010 – 2011) na Wydziale Fizyki Stosowanej Uniwersytetu Aalto w Espoo w Finlandii. Według

dostarczonego mi materiału na dorobek naukowy dra Kilańskiego składa się łącznie 68 publikacji, z których 8 stanowi Dzieło Habilitacyjne.

Ocena rozprawy habilitacyjnej

Jako osiągnięcie naukowe w rozumieniu 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 (Dz. U. nr 65. poz. 595 ze zm.) przedstawiono do oceny Dzieło Habilitacyjne, na które składa się cykl 8-miu oryginalnych publikacji (H1 – H8) zebranych pod wspólnym tytułem: „*Oddziaływania magnetyczne oraz transport elektronowy w jednorodnych oraz nanokompozytowych półprzewodnikach II-IV-V₂ z Mn*”. Publikacje te zostały opublikowane w czasopismach o zasięgu międzynarodowym, indeksowanych tzw. współczynnikiem wpływu (IF). Wszystkie te prace są wielo-autorskie, ale wbrew porządkowi alfabetycznemu Habilitant jest pierwszym autorem w 7-miu z nich. Według szacunków własnych, i w zgodzie z oświadczeniami współautorów w 5-ciu z nich Jego rola w ich powstaniu jest wiodąca, średnio ok. 60%, co dobitnie świadczy o wiodącej roli Habilitanta w prowadzonych badaniach. Prace te powstały w latach 2013-2017, posiadają średni współczynnik wpływu ok. 2.5, a największy z nich posiada praca H8 (3.7).

Wspólnym mianownikiem tych prac jest poszukiwanie funkcjonalnego materiału półprzewodnikowego, który mógłby znaleźć zastosowanie w tzw. spintronice półprzewodnikowej. W tym celu autor poświęcił się badaniom kryształów mieszanych z grupy II-IV-V₂ z Mn. Badania te miały po części charakter pionierski, gdyż niektóre z badanych związków zostały zsyntetyzowane po raz pierwszy na potrzeby tych prac. By usystematyzować swoją pracę Habilitant sformułował sześć tez badawczych, których weryfikacja ma miejsce właśnie w zebranych w Dziele Habilitacyjnym pracach. W mojej opinii taka forma podejścia do przedstawienia Dzieła Habilitacyjnego nie wypadła najlepiej, gdyż tezy postawione przez Autora nie są ani specjalnie nowatorskie ani w żadnym stopniu nieoczekiwane na gruncie już zgromadzonej wiedzy dotyczącej szerokiej klasy materiałów zwanej półprzewodnikami półmagnetycznymi (do której to badane w Dziele materiały się zaliczają). W szczególności teza 4-ta zaczynająca się od: „Możliwość otrzymywania roztworów stałych...” jest zwykłym truizmem bez podania żadnych warunków szczegółowych, a teza 2-ga, cytuję całość: „Istnienie daleko- oraz krótko-zasięgowych magnetycznych oddziaływań wymiennych prowadzących do sprzężenia jonów Mn w wybranych półprzewodnikach grupy II-IV-V₂ z Mn” sugeruje wielkie odkrycie naukowe,

nieodnotowane w światowym dorobku naukowym do czasu rozpoczęcia pracy na Dziełem przez autora, tj. że w układach mieszanych z udziałem jonów magnetycznych, w tym np. z manganem, istnieją wymienne oddziaływania magnetyczne. Teza 5-ta z kolei klóci się z powszechnie rozumianym w fizyce magnetyzmu rozróżnieniem oddziaływań ze względu na zasięg – sugerując, że oddziaływanie ferromagnetyczne w krystalicznych wytrąceniach MnAs czy MnSb jest krótko-zasięgowe, bo wytrącenia te są „małe”. Uważam, że bez tak sformułowanych „tez badawczych” przedstawienie Dzieła Habilitacyjnego miało by dużo większą wartość merytoryczną.

Omówienie Dzieła Habilitacyjnego zostało zawarte w podpunkcie c) punktu 4-go Autoreferatu przygotowanego przez Habilitanta. Zostało ono podzielone na dwie części. Pierwsza jest poświęcona jednorodnym roztworom stałym, a druga kompozytom ferromagnetycznym. Należy jednoznacznie stwierdzić, że tak z Omówienia jak i z lektury prac tworzących Dzieło Habilitacyjne przebija ogromny wkład pracy doświadczalnej wykonanej przez Habilitanta. Wykonał On samodzielnie, lub ze współpracownikami, pomiary charakterystyczne wykorzystując metodę EDX, pomiary magnetyczne (stosując szerokie spektrum metod i przyrządów pomiarowych) oraz pomiary elektryczne: oporu i efektu Halla. Pomiary magnetyczne i elektryczne wykonywane były w szerokich zakresach pola magnetycznego i temperatury. Habilitant wykonał też bardzo specjalistyczne pomiary metodami spektroskopii czasu życia pozytronów i spektroskopii poszerzenia Dopplera energii anihilacji pozytronów. Autor analizował również otrzymane wyniki i wnioski płynące z tych analiz stanowią podstawową treść prac H1 – H8 i Omówienia. Wnioski te oraz przedstawione w tych pracach wyniki doświadczalne, stanowią podstawę mojej oceny całego Dzieła Habilitacyjnego.

Swoją ocenę zacznę od pozytywnych aspektów ocenianego Dzieła, do którego oprócz wspomnianej wyjątkowej pracowitości Habilitanta zaliczyć należy wykonanie unikalnych pomiarów temperaturowych zależności czasu życia pozytronów i spektroskopii poszerzenia Dopplera energii ich anihilacji, które wraz ze szczegółową analizą numeryczną stanowią podstawę pracy H3. Pomiary te pozwoliły na identyfikację defektów punktowych odpowiedzialnych, przynajmniej w dużym stopniu, za silny charakter p badanych warstw (Zn,Mn)GeAs₂. Modelowanie numeryczne pozwoliło więc oszacować w jakim stopniu zastosowana metoda badawcza i jej wyniki są w stanie odtworzyć parametry elektryczne materiału wyznaczone metodami transportowymi. Następnie, do niewątpliwych pozytywów Dzieła zaliczam wykonanie ilościowej analizy niskotemperaturowego magnetooporu w (Zn,Cd,Mn)GeAs₂ (praca H4), w oparciu o teorię słabej lokalizacji w kompozytowym

związku $(\text{Zn,Cd})\text{GeAs}_2$ (praca H7), oszacowanie dominującego czynnika rozpraszania nośników ładunku (prace H1-H3), i w końcu, przedstawienie ilościowej analizy oscylacji Shubnikova-de Haasa w pracy H8. Niestety, z przykrością, ale i z całym przekonaniem, muszę skonstatować, że nie są to jednak dokonania mające znamiona odkrycia naukowego, a pozostały przedstawiony przez Habilitanta do oceny materiał zawiera zbyt liczne i poważne niedociągnięcia, błędy techniczne i interpretacyjne. Przejdę teraz do ich omówienia.

Mój komentarz zacznę od krótkiego podsumowania Omówienia, podstawowej części Autoreferatu. W moim odczuciu nie jest to tekst łatwy w lekturze. Jest stanowczo zbyt rozbudowany, przeładowany zbyt dużą ilością szczegółów, pośród których zbyt często ztraca się myśl przewodnią. A w zasadzie to trudno doszukać się wyraźnej myśli przewodniej. Być może jest to wynikiem podjętej próby dopasowania opisu wyników prac H1-H8 do sformułowanych przez Autora 6-ciu tez? Omówienie zawiera też niespodziewanie dużo błędów technicznych, językowych jak i, niestety, merytorycznych. Zaczynając od tych pierwszych, w końcu najmniej ważnych, należy podkreślić brak Rys. 2 przywoływanego na stronach 14 i 15, złą numerację Rys. 5b i 5c (str. 21 i 22), używanie terminów niezdefiniowanych takich jak „zmodyfikowane prawo Curie-Weissa” (str. 28), czy określenia koncentracji dziur literą „ n ”, pomimo, że w pracach H1-H8 Habilitant stosował powszechnie stosowane „ p ”. Jest to dość rzadko spotykana w publikacjach światowych notacja, natomiast w Omówieniu występuje kilkanaście razy.

Najważniejsze są oczywiście błędy merytoryczne, opisowe i warsztatowe i jest nich niestety dużo. Jeden z nich jest aż 6-cio krotnie powielany w pracach współtworzących Dzieło – nie jest więc przypadkowy. Ponieważ mankamenty obecne w Omówieniu są powtórzeniami zaczerpniętymi z prac wchodzących w skład Dzieła Habilitacyjnego przejdę od razu do krytycznej analizy Dzieła.

Swój opis zacznę od podstawowej refleksji, że o ile w zbiorze prac H1-H8 można się doszukać jakiś cech działania celowego i pewnej linii wiodącej, a w końcu tak będzie zawsze w przypadku zbioru prac powstałych w jednej grupie badawczej i poświęconych jednej grupie materiałów, to są to w większości (poza pracą H3) prace w których dominuje zwykły opis wykonanych prac charakterystyczno-badawczych nie zakończony podaniem spójnego obrazu zjawisk fizycznych odpowiedzialnych za takie a nie inne uzyskane wyniki. Moim zdaniem przedstawiona w tych pracach analiza wyników podstawowej charakteryzacji strukturalnej, elektrycznej a w szczególności magnetycznej jest zbyt powierzchowna. W szczególności ta ostatnia została po części metodologicznie niewłaściwie wykonana i dodatkowo przedstawiona w sposób wprowadzający czytelnika w błąd. Ponieważ właściwe rozpoznanie

oddziaływań magnetycznych determinujących właściwości magnetyczne badanych przez Habilitanta materiałów jest kluczowe dla wszystkich Jego badań (czy postawionych tez) – to brak pogłębionej, metodologicznie poprawnej i popartej ilościowymi szacowaniami analizy magnetycznej stanowi podstawę mojego negatywnego odbioru ocenianego Dzieła. Na szczególnie negatywną ocenę zasługuje wykorzystywana w pracach H1, H4-H6 i H8 charakterystyka magnetyczna prowadzona w oparciu o prawo Curie-Weissa (C-W), a więc w obszarze nominalnie paramagnetycznym badanych tam związków.

Swoje obiekcje przedstawię na przykładzie pracy H2, choć uwaga ta dotyczy opisu i analizy podobnych danych zawartych w pozostałych 5-ciu pracach. Zacznę od tego, że we wszystkich tych pracach autor pisze, iż wykreśla na załączonych tam wykresach odwrotności wyznaczonych magnetometrycznie wartości podatności dla *całej* próbki. Ponieważ zaprezentowane na tych wykresach odwrotności układają się na liniach prostych (np. Rys. 4 z pracy H2) to Habilitant dopasowuje do tak otrzymanych zbiorów punktów wzór:

$$\text{podatność} = C/(T-\theta) + \text{podatność diamagnetyczna sieci}$$

(co w całości nazywane jest, zresztą nie wiedząc czemu, prawem Curie-Weissa, czasami zmodyfikowanym). Należy zauważyć, że po pierwsze odwrotność podanego powyżej wzoru nie jest w ogólności linią prostą w T, a po drugie takie podejście pozbawia badacza możliwości wstępnego rozpoznania zjawisk magnetycznych jakie najprawdopodobniej mogą mieć miejsce w badanym materiale. Otóż w zgodzie z dawno wypracowaną metodą należy najpierw odjąć (z reguły ujemny) wkład od diamagnetyzmu sieci krystalicznej materiału (uwaga, czasami zależny od T!) do którego wprowadzono czynnik magnetyczny (w tym przypadku półprzewodnika). Dopiero mając wyizolowany czysty wkład magnetyczny można wnioskować czy i jaki wzór/prawo należy zastosować do jego opisu.

Wracając do głównego wątku, należy zauważyć, że Autor, zaprzeczając własnemu opisowi, wykreśla na zamieszczanych wykresach wartości odwrotności podatności ewidentnie poprawione o jakiś (chyba) stały człon o wartości ujemnej, bo na w/w wykresach punkty doświadczalne bardzo często układają się na liniach prostych, oczekiwanych gdy zachowanie jonów magnetycznych podlega prawu C-W. Teraz następuje chyba najważniejsze: pomimo, że przedstawiane na rysunkach dane zostały już skorygowane Autor pisze (cytuję za H2): „The experimental data gathered in Fig. 4 were fitted to Eq. (2) [tj. do powyższego wzoru zawierającego diamagnetyzm sieci] assuming the constant value of the diamagnetic contribution to the magnetic susceptibility $\chi_{\text{dia}} = -2.5 \times 10^{-7}$ emu/g estimated above for the pure CdGeAs₂ sample. We fitted the experimental $(\text{Re}(\chi_{\text{AC}}))^{-1}(T)$ curves with two fitting

parameters: the Curie-Weiss temperature θ and the Curie constant C . The fitted curves are presented together with the experimental data in Fig. 4. As we can clearly see, the magnetic susceptibility of our samples can be very well reproduced with the use of the Curie-Weiss law defined with Eq. (2).” Otóż właśnie tak nie jest. Na wykresach są rysowane linie proste, a taki wynik jest spodziewany na podstawie wzoru stosowanego przez Habilitanta jedynie gdy wkład sieciowy jest istotnie mniejszy w stosunku do wniesionego przez jony magnetyczne. Bardzo łatwo sprawdzić, że Autor nie opisuje poprawnie tego co przedstawia na rysunkach. Biorąc, za pracą H2, wyznaczone wartości parametrów C , θ oraz χ_{dia} otrzymujemy dla próbki o składzie 0.004 w $T = 70$ K wartości odwrotności podatności większe o ok. 25%, a w $T = 120$ K prawie 2 razy większe od wartości przedstawionych na Rys. 4. Niespójność opisu i procedury widać jeszcze wyraźniej w pracy H8. Tu obliczona zgodnie z opisaną przez Autora procedurą wartość odwrotności podatności [wykorzystując wyznaczone C i θ (Tabela I)] dla próbki o $x = 0.13$ i $y = 0.051$ daje w $T = 120$ K wartości rozbieżne do nieskończoności, gdy tymczasem na Rys. 5 raportowana jest wartość skończona (ok. 4.5×10^6 g/emu), otrzymana najprawdopodobniej po skorygowaniu danych magnetometrycznych o wartość diamagnetyzmu podłoża.

Niewątpliwie przedstawione w w/w pracach opisy tej części charakteryzacji magnetycznej nie odpowiadają danym doświadczalnym tam zamieszczonym. Sytuacja ta rodzi wiele pytań dotyczących powstania tak poważnej nieścisłości. Znamiennie, nie jest to przypadek jednostkowy, a „reguła” powtarzająca się aż w 6-ciu pracach zgłoszonych do oceny. Moim zdaniem świadczy to dobitnie o, co najmniej, nieprofesjonalnym podejściu do przygotowywania publikacji, które Habilitant wybrał jako ważne w Jego dorobku. Podobieństwo przedstawionych powyżej fragmentów w tych 6-ciu pracach jest zdecydowanie nieprzypadkowe, świadczy o mechanistycznym, pozbawionym skupienia wykorzystaniu opcji „copy-paste” i o najprawdopodobniej nadmiernym pośpiechu w przygotowywaniu publikacji. Ta przydatna funkcja edytora komputerowego doprowadziła jednak w tym przypadku do wielokrotnego powielenia i rozpropagowania istotnego błędu naukowo-metodologicznego. Oznacza to dalej, że w/w prac nie można polecać młodym naukowcom za wzór do naśladowania bo nie nauczą ich odpowiedniej metodologii, a zastosowane punkt po punkcie po prostu nie będą dawać poprawnych wyników. Podobny, tym razem zdecydowanie mniej znaczący przykład nieuważnego kopiowania fragmentów tekstu jest podany w dalszej części.

Nie jest to niestety jedyny poważny mankament prac tworzących oceniane Dzieło Habilitacyjne. Poniższa lista zawiera wybór innych niedociągnięć, które istotnie wpłynęły na mój negatywny odbiór Dzieła.

- H1: (str. 4 i 5) wbrew opisowi żadna z zaprezentowanych na Rys. 3 zależności nie jest wystarczająco liniowa by stosować prawo C-W w ten czy inny sposób. Zaprezentowano dane w zbyt wąskim przedziale temperatur by można było coś konkluzyjnego wnioskować o przyczynach tych nieliniowości. Całkowicie nie rozumiem jakiego pochodzenia ma być ten wkład od „short range- coupled Mn ions”, poproszę więc o wyjaśnienie. Moim zdaniem dane na Rys. 3 przeczą losowemu rozkładowi Mn w badanym materiale, czyli zaprzeczają wnioskowi 1-szemu podsumowania c.2.1.g (str. 25 Autoreferatu).
- Odnosnie H1 nie zgadzam się też z podsumowaniem części c.2.1.a. (str. 14 Autoreferatu): „Wyniki zebrane w pracy [H1] pozwoliły mi na pokazanie, iż rozpuszczalność jonów magnetycznych w kryształach $Zn_{1-x}Mn_xGeAs_2$ jest wysoka i sięga przynajmniej $x = 0.053$, to analiza danych i szczegółowe badania pozwoliły mi wykazać, iż efektywne koncentracje jonów Mn w tym materiale są o prawie rząd wielkości niższe niż skład nominalny wyznaczony metodą EDXRF.” Czyli, że rozpuszczalność, rozumiana jako zajmowanie kationowych pozycji podstawieniowych, jest bardzo niska, zaprzeczając tezie T1.
- Podając dużą wartość całki wymiany RKKY (H1) na str. 13 Autoreferatu Habilitant pisze: „Budzi to nadzieje na indukowanie ferromagnetyzmu bazującego na oddziaływaniach RKKY w kryształach $Zn_{1-x}Mn_xGeAs_2$.” Powstaje więc pytanie, co przeszkodziło by to osiągnąć? Dlaczego badania nie poszły dalej tą drogą?
- Podstawowym problemem wszystkich prac są bardzo duże, często niespójne, rozbieżności pomiędzy koncentracjami Mn wyznaczanymi magnetycznie i innymi metodami. Jest to jeden z nierozwiązanych problemów pomiarowych w prezentowanych pracach. I tak w pracy H2 Autor przywołuje antyferromagnetyczne sprzężenie Mn-Mn. Czy podjęto próbę oszacowania koniecznej siły takiego sprzężenia by w próbce o $x = 0.013$ spełnione było prawo C-W do 160 K ze stałą C odpowiadającą sytuacji, w której połowa spinów Mn obecnych w próbce jest „wyłączona” sprzężeniem antyferromagnetycznym? I czy taka sytuacja pozostaje w zgodzie z losowym rozkładem Mn w sieci?
- W takim razie, dlaczego dla $x = 0.037$ koncentracja magnetyczna jest większa o 1/3? Fakt pozostawiony w pracy bez komentarza.

- Problem znacząco niższych koncentracji wyznaczanych metodami magnetycznymi dotyczy też części próbek z pracy H8, z tym, że rozbieżności w koncentracjach są jeszcze większe. Tu, podobnie jak i w innych pracach, np. H4, Habilitant próbuje tłumaczyć ten efekt innym niż 2+ stanem ładunkowym jonów Mn nie podając żadnych konkretnych przesłanek za takim stwierdzeniem. Komentując te rozbieżności w Autoreferacie (str. 17) wprowadzone jest ponownie silne antyferromagnetyczne sprzężenie par Mn-Mn. Należy się więc zapytać które wytłumaczenie jest tym właściwym? Do żadnego z nich nie ma podanej jakiegokolwiek próby oszacowania wielkości efektu, czyli weryfikacji jego poprawności.
- W odmienny sposób do problemu rozbieżności koncentracji „magnetycznej” w stosunku do wyników EDX Autor podchodzi w pracy H4. Str. 4: „It is then possible that in the temperature range from 450K to 600K and at low magnetic field ($B < 200$ Oe) used for the $\chi(T)$ calculation, **the magnetic moments of Mn ions are not aligned along the field direction and their contribution to the magnetic susceptibility is partial.**” Moj szczególnie niepokój budzi wytłuszczona część tego zdania. Nie jest to niestety lapsus językowy, bo jednakowo brzmiący fragment jest powtórzony w Autoreferacie (str. 28). Poproszę więc o wyjaśnienie, jak Habilitant rozumie zaznaczony fragment, bo dla mnie takie oczekiwania pozostają w sprzeczności z moim rozumieniem termodynamiki fazy paramagnetycznej.
- Przy okazji poproszę o wyjaśnienie następnego zdania tej pracy w której Autor pisze: „Second, a large fraction of the Mn ions present in the material is either magnetically inactive or...”. Mam namyśli określenie „nieaktywne magnetycznie”.
- Kolejnym miejscem w którym Habilitant najwyraźniej nie radzi sobie z interpretacją danych magnetycznych znajdujemy w pracy H4 przy omawianiu wyników $M(H)$. Starając się wytłumaczyć dlaczego koncentracja wyznaczona z nasycenia w niskich temperaturach jest większa od tej wyznaczonej z podatności w wysokich temperaturach Autor pisze (str. 4, po wzorze 3): „It is possible that some Mn ions occupy interstitial positions and/or form nanoclusters. Such Mn ions may be antiferromagnetically coupled to other Mn ions and be magnetically inactive in low magnetic fields. In high magnetic field, the coupling would break and the Mn ions would align with the field”. Niestety, jeśli sprzężenie jest tak słabe, że jest niszczone w polu pojedynczych Tesli, to nie będzie ono efektywne w kilkuset Kelwinach, co zaprzecza przytoczonej argumentacji. Poza tym w zasugerowanej przez

Habilitanta sytuacji oczekuje się wystąpienie tzw. stopni namagnesowania obserwowanych w typowych rozcieńczonych półprzewodnikach magnetycznych.

- Należy podkreślić, że opisując zmierzone krzywe $M(H)$ próbek zawierających kryształy ferromagnetycznego MnAs Autor całkowicie pomija fakt, że, kolektywnie, zbiór takich nanomagnesów powinien się zachowywać w pierwszym przybliżeniu jak superparamagnetyk, tj. obserwowane $M(H)$ powinno przypominać funkcje Langevina. Ale, sumaryczne czy wypadkowe momenty magnetyczne poszczególnych nanokryształów mogą i będą oddziaływać ze sobą poprzez oddziaływanie magnetyczne-dipolowe (które zresztą fizyka magnetyzmu klasyfikuje jako długo-zasięgowe, a nie jak pisze Habilitant na str. 37 Autoreferatu „krótko-zasięgowe”). Gdy staje się ono istotne dla dynamiki układu to może doprowadzić do powstania tzw. szkła-superspinowego czy szkła klastrowego dla niskich gęstości lub wręcz tzw. dipolowego ferromagnetyka dla dużych gęstości upakowania lub wysoko symetrycznego uporządkowania przestrzennego. Habilitant nie podjął żadnej z tych możliwości do opisanego badanych przez siebie układów w pracach H4-H6, a do wytłumaczenia zaobserwowanych różnic w wartościach pola koercji przywołał *ad hoc* domniemane zmiany z strukturze domenowej klastrów MnAs (H4). Pojęcie szkła klastrowego zostaje wprowadzone dopiero w pracy H6, jednak hipoteza ta nie jest poparta żadnymi szacunkami liczbowymi, pomimo istnienia bogatej literatury na ten temat, z której można by zaczerpnąć odpowiednie wzory. W ogóle uważam, że zaniechanie dogłębnej charakteryzacji magnetycznej układów kompozytowych jest drugim elementem bardzo zdecydowanie wpływającym na mój negatywny odbiór Dzieła. Co więcej, w mojej ocenie Habilitant pokazuje, że ta część fizyki magnetyzmu jest μ w zasadzie nieznaną, wykazując tym swoje nieprzygotowanie do zajmowania się taką tematyką. Dobitnie świadczy o tym przedstawiony poniżej fragment Autoreferatu (str. 37): „W przypadku przejścia do stanu typu szkła klastrowego krzywe ZFC i FC $\chi_{DC}(T)$ powinny dążyć do 0 emu·g⁻¹ dla $T \rightarrow 0$ K, podczas gdy w przypadku badanych przeze mnie próbek zależność $\chi_{DC}(T)$ nie dąży do zera w niskich temperaturach. Może to być spowodowane obecnością izolowanych ferromagnetycznych klastrów MnSb, które dają niemal stały niezerowy wkład do podatności magnetycznej w niskich temperaturach. Obecność ferromagnetycznych klastrów MnSb maskuje zachowanie typu szkła klastrowego dla regionów zawierających sprzężone klaster MnSb.”

W całości Dzieła znajduje się poza tym pokaźna ilość mniejszych uchybień. Dla porządku wymienię tylko niektóre z nich.

- H1: (str. 6) Podanie złych znaków wartości T_0 w stosunku do wzoru 3.
- H8: (Autoreferat, str. 17) Jeśli się obserwuje nasycenie, to nie potrzeba żadnej funkcji Brillouina zawierającej składową diamagnetyczną (sic!) by je wyznaczyć, a z niego koncentrację. Poza tym, razi wprowadzenie „składowej diamagnetycznej” do f. Brillouina (w oryginalnej pracy H8 jest napisane poprawnie).
- H4 i H6: W tych pracach znajduje się dokładnie taki sam błąd edytorski w opisie symboli zastosowanych we wzorze (3): $M_S = x_m N_0 \mu_B g S$, (3), where B_S is the Brillouin function
- H6: kolejny błędny, niezgodny z rysunkiem prezentującym dane doświadczalne, opis procedury pomiarowej. W tym przypadku dotyczy to wykonywania pomiarów ZFC i FC.

Podsumowując całe Dzieło Habilitacyjne stwierdzę, że jest to zbiór prac w przeważającej mierze charakterystycznych, w których większość zamieszczonych wyników doświadczalnych jest po prostu opisywana, bez zagłębiania się w Fizykę która tam się rozgrywa. W żadnej z tych prac nie doszukałem się znamion jakiegokolwiek odkrycia naukowego. W szczególności nie zgadzam się ze stwierdzeniem (Podsumowanie c.2.1.g), że Habilitant *odkrył* „istnienie daleko-zasięgowych oddziaływań RKKY w kryształach $Zn_{1-x}Mn_xGeAs_2$ z $x \leq 0.042$ oraz krótko-zasięgowych oddziaływań nadwymiany w kryształach $Cd_{1-x}Mn_xGeAs_2$ z $x \leq 0.037$ ”. Możliwość istnienia tych pierwszych wynika jedynie z modelowania zależności $\theta(x)$ w obecności współistniejących tych dwóch typów oddziaływań. Zresztą oba zostały wprowadzone *ad hoc*. W szczególności nie pokazano doświadczalnie żadnej oscylacyjnej zależności siły sprzężenia RKKY w funkcji koncentracji nośników i/lub jonów Mn. Nie wykluczono też innych możliwości. Podobnie, nie zgadzam się ze stwierdzeniem o *odkryciu* „oscylacji magnetotransportowych w postaci efektu Shubnikova-de Haasa...”. Co najwyżej Habilitant je obserwował, gdyż część Jego próbek miała wystarczająco dużą ruchliwość i pomiary były prowadzone w wystarczająco niskich temperaturach i silnych polach magnetycznych by zaistniała możliwość zaobserwowania skwantowanej gęstości stanów metodami transportowymi. Słowem, wybrane prace nie dowodzą, że ich autor wniósł istotny wkład w rozwój dziedziny naukowej którą się zajmuje. Co więcej, być może najciekawszy efekt nadprzewodnictwa w pracy H8 nie spotkał się z najmniejszym zainteresowaniem ze strony Autora i został całkowicie pominięty z rozważań szczegółowych, niestety jak i większość raportowanych w tych publikacjach wyników doświadczalnych. Habilitant nie zaprzął całego arsenału dostępnych Mu środków

badawczych by określić co jest przyczyną powstania fazy nadprzewodzącej (najprostsza możliwość to efekty bliskości wokół nano-wytrąceń bogatych w cynę, choć ich pojawienie się już w temperaturze ok. 9 K zdecydowanie sugeruje znacznie ciekawszy mechanizm) i dlaczego jest ono obserwowane w nominalnie magnetycznym materiale! Tematyka tzw. niekonwencjonalnego nadprzewodnictwa należy obecnie to jednej z „najgorętszych” w dziedzin Fizyki materii skondensowanej.

Niewątpliwie nie można odmówić Habilitantowi pracowitości i chęci do pracy doświadczalnej, niestety nie poszła za tym próba pogłębienia zrozumienia tego co się obserwuje. Wykonane ilościowe i półilościowe modelowania stanowią podstawę tylko niewielkiej części wniosków postawionych przez Autora, a zaprezentowane dyskusje to w większości niczym nie poparte przywołania *ad hoc* efektów i zjawisk, bez żadnej próby ich zweryfikowania. Reasumując, tak przygotowane do oceny Dzieło Habilitacyjne oceniam zdecydowanie negatywnie.

Ocena dorobku naukowego

Dr Łukasz Kilański jest współautorem 68 oryginalnych publikacji naukowych. 20 z nich opublikował jeszcze przed uzyskaniem stopnia doktora, a 48 po, z których 8 stanowi treść Dzieła Habilitacyjnego. Z przedstawionego mi materiału nie wynika by Habilitant przygotował i opublikował jakąkolwiek pracę przeglądową syntetyzującą Jego aktywność badawczą lub jej część. Do chwili obecnej (lipiec 2017 r.) wszystkie te prace zacytowano łącznie ok. 360 razy, a struktura cytowań jest taka, że współczynnik h wynosi 11. Trzy najczęściej cytowane prace cytowane były po 24, 24 i 20 razy. W okresie tym dr Kilański uzyskał i kierował badaniami w trzech projektach: „Homogeneous vs. composite ferromagnetic semiconductors for spintronics applications: structural, electrical and magnetic properties” w ramach grantu HOMING-PLUS (uzyskany po powrocie ze stażu w Finlandii), Iuventus-Plus: "Ferromagnetyczne nanokompozyty półprzewodnikowe grupy II-IV-V₂: właściwości magnetyczne, elektryczne i optyczne", oraz we właśnie zakończonym projekcie „Ultra-precyzyjne badania właściwości magnetycznych złożonych półprzewodników ferromagnetycznych” – NCN-owski projekt SONATA. W ramach tego ostatniego Habilitant zbudował układ do pomiarów magneto-optycznych oraz magnetometr z próbką wibrującą w gradiencie pola magnetycznego. Był też głównym wykonawcą w projekcie POMOST pt. „Magneto-optical studies of spintronic materials based on IV-VI ferromagnetic

semiconductors”. Dr Kiliański był również beneficjentem Mazowieckiego Stypendium Doktoranckiego (2008), został nagrodzony wspólną nagrodą Polskiej Akademii Nauk oraz Rosyjskiej Akademii Nauk za wybitne osiągnięcia naukowe będące rezultatem badań prowadzonych przez polskich oraz rosyjskich naukowców opublikowane w formie serii prac pod wspólnym tytułem: „Opracowanie podstaw fizyko-chemicznych technologii nowych materiałów dla spintroniki” (2013), oraz uzyskał stypendium Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego dla wybitnych młodych naukowców na lata 2014 – 2017. Ma on w swoim dorobku dwa wygłoszone referaty plenarne na międzynarodowej (cyklicznej) konferencji w Belgradzie (2013 i 2014) i jeden referat zaproszony wygłoszony na Polsko-Japońskich warsztatach naukowych w Warszawie w 2011. Jest też współautorem 3-ich innych referatów zaproszonych. Wygłosił razem 10 krótkich wystąpień konferencyjnych, a 12 innych był współautorem. Łącznie jest prezentującym lub współautorem 56 prezentacji plakatowych.

Habilitant udzielał się też w środowisku naukowym – w latach 2014-2015 był sekretarzem dorocznej konferencji International School and Conference on the Physics of Semiconductors, Jaszowiec 2014 i 2015. W roku 2016 prowadził wykład „Wybrane metody eksperymentalnych badań materiałów półprzewodnikowych” w Instytucie Fizyki PAN, a w latach 2011-2016 pełnił rolę promotora pomocniczego w przewodzie doktorskim mgra A. Podgórnego. Jest zapraszany do wykonania recenzji dla branżowych czasopism naukowych i prowadzi współpracę naukową z ośrodkami we Francji, Rosji, USA, Serbii, Finlandii, Ukrainie i w Polsce.

Należy przyznać, że jest to bardzo imponujący dorobek jak na naukowca, który jest zaledwie 7 lat po doktoracie.

Z drugiej strony trzeba jednak zauważyć, że wśród tych ca. 360 cytowań, ponad połowa, bo ok. 200, to autocytywania, z tym, że w tzw. „wąskim rozumieniu”, tj. gdy zacytowana praca i praca w której pojawiło się to odwołanie ma tego samego pierwszego autora. Web of Science nie uwzględnia wszystkich autocytyowań, tj. z uwzględnieniem przypadków gdy cytowane są prace w których dany autor nie jest pierwszym autorem. Pobieżne przejrzanie struktury cytowań najliczniej cytowanych prac Habilitanta pokazuje, że Habilitant bardzo intensywnie stosuje politykę cytowania własnych prac. I tak np. 2-ga praca na liście najczęściej cytowanych prac Habilitanta była cytowana w 10-ciu pracach których Habilitant jest pierwszym autorem i w 8 pracach w których Habilitant jest współautorem, a zaledwie w 6 publikacjach innych autorów. Daje to razem 75% współczynnik autocytyowań. W 2 innych pracach współtworzących indeks h tak policzony współczynnik autocytyowań jest bliski 80%, a w 3 innych jest bliski 60%. Nie jest to oczywiście nic specjalnego.

Zasygnalizowałem tę sytuację jedynie by zauważyć, że działalność naukowa Habilitanta nie znajduje tak dużego oddźwięku w szerokim środowisku naukowym jakby to mogło wynikać z suchych danych bibliograficznych. Niemniej jednak ten fakt nie ma większego wpływu na moją i tak wysoką ocenę pozostałego dorobku naukowego Habilitanta.

Podsumowując, pomimo niewątpliwie wysokiej oceny całego dorobku naukowego oraz pozostałej aktywności naukowej Habilitanta, wykazane w pierwszej części mojej recenzji bardzo poważne braki i uchybienia w przedstawionym do oceny Dziele Habilitacyjnym, potwierdzone wielokrotnie w Omówieniu zawartym w Autoreferacie Habilitanta, sprawiają iż nie mogę uznać przedstawionego mi do oceny materiału jako znacznego wkładu autora w rozwój fizyki materii skondensowanej i stwierdzam, że nie spełnia on wymogów ustawowych dotyczących odpowiednio wysokiego poziomu warunkującego dopuszczenie Habilitanta do dalszych etapów przewodu habilitacyjnego.


Maciej Sawicki