

Warszawa, 26.04.2016.

Prof. dr hab. Janusz Hołyst
Wydział Fizyki
Politechnika Warszawska
Koszykowa 75, 00-662 Warszawa
e-mail: jholyst@if.pw.edu.pl

Ocena osiągnięcia naukowego
**„Konstrukcja i wykorzystanie macierzy odległości do badania
własności topologicznych sieci złożonych”**
oraz istotnej aktywności naukowej **dr inż. Krzysztofa P. Malarza** w związku
z wnioskiem
o nadanie mu stopnia doktora habilitowanego

1. Wstęp

Poniżej oceniam dorobek naukowy oraz rozprawę habilitacyjną przedstawioną w postaci osiągnięcia naukowego "Konstrukcja i wykorzystanie macierzy odległości do badania własności topologicznych sieci złożonych" oraz pozostały dorobek naukowy dr inż. Krzysztofa P. Malarza, w związku z toczącym się postępowaniem przed Radą Wydziału Wydział Fizyki I Informatyki Stosowanej Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie o nadanie mu stopnia naukowego doktora habilitowanego. Wyrażam opinię, iż dr inż. Krzysztof Malarz jest naukowcem posiadającym istotne osiągnięcia w pracy badawczej i w pełni zasługuje na nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego.

Rozprawa habilitacyjna dr inż. Krzysztofa P. Malarza składa się z cyklu 6 prac, które zostały opublikowane w czasopismach o zasięgu światowym, m.in. *European Physical Journal B*, *Acta Physica Polonica B* i *International Journal of Modern Physics C*. Sumaryczny impact factor czasopism, w których były opublikowane te prace wynosi 5,20. Prace te były cytowane łącznie 34 razy (razem z autocytowaniami).

2. Sylwetka Habilitanta

Dr Krzysztof Malarz ukończył studia na Wydziale Fizyki i Techniki Jądrowej Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie w 1996 r. roku uzyskując tytuł magistra inżyniera fizyki technicznej. Rozprawę doktorską pt. „Badanie wzrostu powierzchni technika symulacji komputerowej” obronił w 2000 roku na tym samym wydziale.

Po uzyskaniu doktoratu prace Habilitanta obejmowały m.in.. symulacje układów spinowych, wyznaczanie progów perkolacyjnych, symulacje układów socjologicznych oraz badanie własności topologicznych sieci złożonych. Ta ostatnia tematyka zaowocowała serią prac przedstawioną jako recenzowana rozprawa habilitacyjna.

Całkowity dorobek naukowy Habilitanta to 46 prac w czasopismach z bazy JCR (łącznie impact factor 53.77) , które były cytowane 272 razy w tym 208 razy przez innych autorów. Habilitant ocenia swój udział w pracach nie zawierających się w cyklu habilitacyjnym na 10% - 100 %. Indeks Hirscha dorobku Habilitanta wynosi $H=9$. W roku 2014 prace Habilitanta były cytowane 16, a w 2015 roku 19 razy. Habilitant odbył cztery krótkoterminowe staże naukowe na Uniwersytetach w Niemczech, Francji i Słowenii.

3. Ocena osiągnięcia naukowego

Głównym osiągnięciem tej rozprawy jest opracowanie metody pozwalającej na obliczanie elementów macierzy odległości między węzłami pewnych typów EWOLUUJĄCYCH sieci. Elementem macierzowym d_{ij} jest tu długość najkrótszej drogi między węzłami i, j . Pokazano, że macierz ta z jednej strony może być podstawą algorytmów obliczeń pewnych parametrów sieci, z drugiej – sama przejawia prawidłowości, które mogą być obiektem badań. Kluczowym elementem teorii jest zauważenie, że dla sieci rosnących możliwe jest zapisanie macierzy d_{ij} za pomocą odpowiedniego równania iteracyjnego.

W pracy [H1] podana została metoda konstrukcji macierzy odległości dla drzew rosnących. Metoda została zastosowana do obliczeń numerycznych średniej długości najkrótszej ścieżki dla sieci eksponencjalnych i bezskalowych. Dla sieci eksponencjalnych opracowano również analityczne równania iteracyjne, dotyczące średniej i wariancji rozkładu długości najkrótszej ścieżki. Wyniki numeryczne, otrzymane jako średnia po 1000 sieciach losowych, bardzo dobrze zgadzają się z przewidywaniami analitycznymi.

W pracy [H2] metoda konstrukcji macierzy odległości została uogólniona na przypadek sieci rosnących dla parametru wzrostu $m=2$, a więc niekoniecznie drzew. Metoda analityczna, działająca dla drzew eksponencjalnych, została rozszerzona na momenty rozkładu średniej długości najkrótszej ścieżki dowolnie wysokiego rzędu. W szczególności porównano wyniki numeryczne, uśrednione po 10^4 grafów losowych, z wynikami analitycznymi, dla czterech pierwszych momentów rozkładu. Jak widać na rys. 2 w pracy [H2], zgodność wyników jest bardzo dobra.

W pracy [H3] metoda numerycznej konstrukcji macierzy odległości została rozszerzona na przypadek sieci Erdosa-Renyi. Otrzymane macierze, wraz z macierzami przygotowanymi dla sieci rosnących, zostały wykorzystane do zbadania zależności między stopniem wężła a jego średnią odległością od innych wężłów. Wyniki posłużyły do oceny efektywności algorytmów poszukiwania najkrótszej ścieżki.

W pracy [H4], opublikowanej w materiałach 1-wszej konferencji FENS, zebrano dotychczasowe wyniki prac [H1-H3], ilustrując je szeregiem wykresów numerycznych; między innymi pokazano rozkłady długości najkrótszych ścieżek w sieciach o różnych topologiach.

Praca [H5] rozważona została możliwość przechowywania w topologii sieci rosnącej informacji o kształcie początkowego klastra, który był zarodkiem wzrostu sieci. Wykorzystano tu opracowane wcześniej metody konstrukcji macierzy odległości, a dla eksponencjalnych drzew – także metody analityczne równań iteracyjnych. Wyniki wskazują na wyraźne istnienie efektu pamięci w drzewach rosnących.

W pracy [H6] metoda konstrukcji macierzy odległości została zastosowana do obliczenia ilości wężłów w kolejnych strefach koordynacyjnych, od 1 do 5, w sieciach rosnących. Wyniki posłużyły do oceny wyników teoretycznych znanych z literatury. Sprawdzona została hipoteza logarytmicznego skalowania odległości międzywęzłowych w funkcji iloczynu stopni wierzchołków wężłów. Nie jestem jednak przekonany, czy Habilitant ma rację, że hipoteza ta obowiązuje dla drzew i sieci wykładniczych, bowiem skalowanie jest tutaj prawdziwe w bardzo ograniczonym zakresie.

Za najważniejsze wyniki omawianych prac można uznać:

- nową metodę konstrukcji macierzy odległości w sieciach rosnących, która jest tworzona w miarę wzrostu sieci i pomija etap tworzenia macierzy połączeń. Ten punkt jest wspólnym motywem wszystkich prac [H1-H6] wchodzących w skład prezentowanego osiągnięcia naukowego.

- nowe równania iteracyjne do obliczeń momentów rozkładu odległości w eksponencjalnych sieciach rosnących. Wyniki uzyskane przy pomocy tych równań są dokładnie zgodne z obliczeniami numerycznymi i mogą służyć dla nich jako punkt odniesienia. Pozwalają też otrzymać wiarygodne wyniki dla rozmiarów sieci nieosiągalnych metodami symulacji.
- zbadanie zależności topologii rosnącej sieci od kształtu zarodka, czyli tzw. efektu pamięci [H5].

4. Ocena pozostałych osiągnięć naukowo-dydaktycznych

Dr Krzysztof Malarz jest ponadto autorem lub współautorem 36 prac z dziedziny fizyki i 4 prac spoza dziedziny fizyki opublikowanych w czasopismach z bazy Journal Citation Reports, które nie zostały włączone do ocenianego osiągnięcia naukowego oraz 9 prac spoza bazy JCR. Prace te obejmują m.in następujące problemy fizyki statystycznej i układów złożonych:

- modelowanie procesów epitaksji
- modelowanie zjawiska perkolacji
- modelowanie dynamiki opinii
- modelowanie procesów starzenia się
- modelowanie dynamiki magnetyzacji w sieciach złożonych.

Szkoda, że Habilitant nie dołączył części tych prac do rozprawy, np pozycji A1.18, A1.20, A1.23, w których odegrał decydującą rolę. Habilitacja mogłaby mieć ten sposób szerszy charakter.

Wyniki swoich prac Habilitant przedstawił w trakcie 24 referatów na międzynarodowych konferencjach. Jest również autorem lub współautorem kilkunastu plakatów.

Habilitant jest recenzentem w renomowanych czasopismach takich jak Physical Review E, The Physical European Journal B, Physical Review Letters i Physica A: Statistical Mechanics and its Applications i opracował już stokilkadziesiąt recenzji. Jest także członkiem komitetów redakcyjnych czasopism Open Physics, International Journal of Statistical Mechanics oraz The Scientific World Journal: Computer Science.

Dr Malarz prowadzi rozległą działalność dydaktyczną. Był oficjalnym promotorem 16. prac magisterskich zrealizowanych na Wydziale Fizyki i Informatyki Stosowanej Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. Prowadził wykłady, ćwiczenia i laboratoria z fizyki oraz informatyki.

Działalność organizatorska dra Malarza obejmuje m.in. prace w Komitecie organizacyjnym 1 międzynarodowej konferencji naukowej oraz wielu krajowych. Brał również udział w 2 projektach europejskich, w tym w projekcie EU z 7. Programu Ramowego oraz projekcie akcji COST.

5. Główne zalety oraz słabsze strony rozprawy i dorobku naukowego Habilitanta

Uważam, że **główną zaletą** rozprawy i dorobku naukowego Habilitanta jest opracowanie oryginalnej metody analizy sieci złożonych, która bierze po uwagę zmiany w macierzy odległości między węzłami w czasie ewolucji sieci. Metoda ta jest uniwersalna i Habilitant wykazał jej użyteczność dla kilku typów sieci. Jestem przekonany, że metoda ta stanowi ważne narzędzie dla badania sieci złożonych i znajdzie w przyszłości szerokie zastosowanie.

Za **słabszą stronę** rozprawy Habilitanta uważam stosunkowo małą liczbę cytowań na jego prace. Jest to konsekwencją wybrania do osiągnięcia naukowego będącego podstawą postępowania habilitacyjnego serii publikacji w czasopiśmie o niskim sumarycznym współczynniku Impact Factor. Są to jednak ciekawe prace dotyczące ważnego problemu naukowego, a Habilitant jest również głównym współautorem wielu innych, prac, które mogłyby wejść do habilitacji. W życiorysie naukowym dra Malarza brakuje w chwili obecnej odbycia dłuższych staży międzynarodowych. Muszę jednak dodać, że Ustawa o *stopniach naukowych i tytule oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki* nie nakłada obowiązku spełnienia w/w wymagań przez habilitantów.

6. Podsumowanie

Prace wchodzące w skład osiągnięcia naukowego stanowią spójną, monotematyczną całość. Prezentowane wyniki naukowe dotyczą bardzo podstawowych problemów fizyki sieci złożonych, są istotnie nowatorskie i mogą stanowić punkt wyjścia do dalszych badań. Prace opublikowane są w periodykach naukowych o światowym zasięgu, a Habilitant odegrał decydującą rolę lub jedynym autorem. Także pozostały dorobek Habilitanta jest bardzo wartościowy i obejmuje szerokie spektrum tematyki. Uzyskane wyniki znalazły uznanie wśród specjalistów, o czym świadczy ponad 200 cytowań od innych autorów. Dorobek dydaktyczny dr Krzysztofa Malarza zasługuje również uznanie i wskazuje, że może ona być

bardzo wartościowym nauczycielem akademickim i atrakcyjnym partnerem do współpracy naukowej dla młodszego pokolenia, szczególnie, że pełni już rolę promotora pomocniczego. Dr Malarz jest również zaangażowany w działalność organizacyjną na swojej Uczelni i w szerszym środowisku naukowym, m.in. jako redaktor czasopism naukowych, członek komitetów konferencyjnych i redakcyjnych.

Uważam, że dr Krzysztof Malarz w pełni spełnia wszelkie wymagania ustawowe i zwyczajowe konieczne do uzyskania stopnia doktora habilitowanego i z pełnym przekonaniem **popieram wniosek** o nadanie mu tego stopnia.



Prof. dr hab. Janusz Hołyst