

Prof. dr hab. Krzysztof Kułakowski
Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej
Akademia Górniczo-Hutnicza

Recenzja pracy doktorskiej mgr Katarzyny Oleś pt: „Searching for the optimal control strategy of epidemics spreading on different types of networks”

Przedstawiona rozprawa składa się z dwóch części. Pierwsza to 28-stronicowe wprowadzenie, zakończone spisem literatury. Część drugą stanowią cztery publikacje w czasopismach z tzw. listy filadelfijskiej: jedna Journal of the Royal Society Interface ([1], IF 4.9), dwie w PLOS ONE ([2,3], IF 3.7) i Acta Physica Polonica B ([4], IF 1.0). Kolejność cytowania prac [1-4] przyjmuję za tekstem rozprawy. Wszystkie te publikacje tworzą spójny cykl tematyczny, łączy je też metoda i założenia modelu. Najważniejszą częścią wprowadzenia jest opis tych założeń, a lista wyników ujmuje tylko ich aspekt jakościowy. Dlatego uważam że główną częścią rozprawy są załączone publikacje. Ta forma pracy doktorskiej jest zgodna z ustawą o zmianie ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym z 18 marca 2011 (Dz. U. 2011 nr 84 poz. 455, art. 2, pkt 8), która głosi, cytując: „Rozprawa doktorska może mieć formę (...) spójnego tematycznie zbioru artykułów opublikowanych (...) w czasopismach naukowych”. W swoim wprowadzeniu Autorka starannie określa swój wkład w treść swoich publikacji. Jak wynika z tej informacji, Autorka brała czynny udział we wszystkich etapach badań i przygotowywania publikacji. W pierwszej z omawianych prac była przy tym jedyną osobą wykonującą symulacje i analizującą wyniki. W trzech pozostałych była wyłącznym wykonawcą obliczeń. Pani mgr Oleś jest pierwszą autorką tych trzech prac, a jedynymi współautorami są promotorzy rozprawy z Uniwersytetu w Stirling (prof. Adam Kleczkowski) i Uniwersytetu Jagiellońskiego (prof. Ewa Gudowska-Nowak). Pewien udział w planowaniu badań w pracy [4] miał też prof. James Gleeson, który nie jest formalnym jej współautorem.

Tematem rozprawy jest poszukiwanie najmniej kosztownej strategii zwalczania epidemii. Przykłady przywołane w publikacjach dotyczą ludzi, zwierząt i roślin. Narzędziem pracy są modelowe symulacje komputerowe. W ramach tego modelu osobniki są rozmieszczone w węzłach sieci o założonej strukturze. Epidemia rozprzestrzenia się przez wiązania sieci. Koszt epidemii jest określony jako koszt leczenia lub zapobiegania chorobie, z współczynnikami które są liczbami osobników poddanych kuracji lub szczepieniu. Model dynamiki rozprzestrzeniania się epidemii jest uogólnieniem standardowego podejścia zwanego SIR (Susceptible – Infected - Removed). Autorzy omawianych prac odróżniają mianowicie stan gdy zarażony osobnik wykazuje objawy choroby od stanu gdy osobnik jeszcze nie ma objawów ale już może zarażać inne osobniki. Do osobnej grupy należą też osobniki poddane szczepieniu; mogą one być zarażone lub nie. Zamiast trzech mamy więc pięć dopuszczalnych stanów osobnika, co jest istotnym rozszerzeniem modelu. Wspólne dla prac [1-4] jest też rozróżnienie trzech strategii prowadzenia szczepień: globalnej (szczepienie wszystkich osobników), lokalnej (szczepienie osobników które z dużym prawdopodobieństwem są zarażone) i zerowej (rezygnacja z szczepień w ogóle).

Praca [1] zawiera wyniki symulacji przeprowadzonych dla sieci kwadratowej, z regulowaną ilością dodanych wiązań dalekiego zasięgu które nadają sieci przestrzennej charakter „małego świata”. Autorzy porównują wyniki otrzymane gdy ilość tych wiązań wynosi zero i 30 procent. W obu przypadkach obliczany jest optymalny promień strefy wokół zarażonych osobników, w której dokonuje się szczepień. Wynikiem wyróżnionym przez Autorkę jest fakt, że gdy koszt szczepienia przekracza koszt kuracji, powyżej pewnej ilości dodatkowych wiązań najbardziej opłacalna jest strategia zerowa. Jeżeli jednak zakładamy strategię lokalną, to dla małego prawdopodobieństwa infekcji otrzymana zależność optymalnego promienia strefy od kosztów szczepienia prawie nie zależy od ilości dodanych wiązań.

W pracy [2] te obliczenia były kontynuowane. Z nowych wyników ujawniony został silny wpływ ilości dodanych wiązań na zależność optymalnego promienia strefy od czasu zdiagnozowania epidemii i od czasu zastosowania leczenia. Dla przypadku sieci kwadratowej te relacje okazują się być funkcjami potęgowymi. Nawet kilkuprocentowa ilość wiązań dalekiego zasięgu zmienia ten kształt jakościowo. Kolejnym wynikiem jest liniowa zależność lokalnego promienia strefy od rozmiaru obszaru zainfekowanego.

W kolejnej pracy [3] porównano ze sobą dwa warianty opisanego wyżej modelu, różniące się między sobą sposobem traktowania osobników które przeszły epidemię. Wychodząc ze stanowiska że takie osobniki mogą być trudne do odróżnienia od osobników podatnych na infekcję, w jednym z badanych modeli poddano je szczepieniu. Porównanie wskazuje, że wyniki tych wariantów w zasadzie nie różnią się od siebie; odstępstwa pojawiają się tylko w niewielkim zakresie parametrów.

W pracy [4] w ramach tego samego modelu przedyskutowane zostały konsekwencje modyfikacji struktury sieci, prowadzącej do zwiększenia jej współczynnika klasteryzacji. Publikacja zawiera wyniki serii obliczeń zależności optymalnego promienia strefy od względnego kosztu szczepienia dla sieci o różnych parametrach. Wyniki wskazują, że optymalna strategia jest określona raczej przez średnicę sieci niż przez jej współczynnik klasteryzacji.

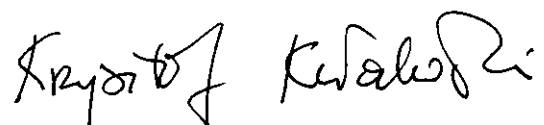
Podsumowując, Autorka wykonała szereg pracochłonnych obliczeń, penetrując wielowymiarową przestrzeń parametrów modelu w sposób systematyczny i przemyślany. Uzyskane wyniki numeryczne mogą być traktowane jako platforma do dyskusji konkretnych zastosowań modelu. Zwraca uwagę pieczołowita redakcja wszystkich czterech publikacji. Należy też dodać że część wprowadzająca rozprawy ma strukturę spójną i przejrzystą. W szczególności na podkreślenie zasługuje osobna dyskusja założeń epidemiologicznych, ekonomicznych i założeń dotyczących struktury sieci.

Przechodząc do krytyki, zastrzeżenie budzi ograniczenie rozprawy do obliczeń modelowych. Dobrze by było poświęcić więcej uwagi relacji między wynikami a możliwością ich zastosowań. W pracy [2] podane są dwie informacje literaturowe dotyczące zastosowanego promienia strefy. W pracy [4] znajdujemy oszacowanie stosunku kosztów dla konkretnych chorób. Byłoby wskazane rozwinięcie tych informacji choćby w formie akapitu w części wprowadzającej.

Pozostałe uwagi krytyczne są natury redakcyjnej. Podaję je w punktach:

1. W streszczeniu, a także na stronie 13 wprowadzenia Autorka twierdzi że jej podejście pozwala uwzględnić koszty społeczne epidemii. Moim zdaniem parametr c którego Autorka używa może się odnosić jedynie do kosztów kuracji, a nie dotyczy kosztów społecznych.
2. Na stronie 16 wprowadzenia mamy informację dotyczącą 'reproduction ratio R_0 ' w rozwiązaniu analitycznym. To pojęcie nie zostało zdefiniowane ani we wprowadzeniu, ani w tekście publikacji.
3. Pozostają błędy drobne. W pracy [2] rysunki 5 i 8 podają tylko jedną wartość na osi pionowej, co utrudnia orientację co do skali. Abstrakt pracy [4] odwołuje się do 'Gleeson et al.', chociaż mamy tam tylko jednego autora. W tekście [4] zamiast 'plateaux' powinno być 'plateau'. Gęstość literówek w polskiej wersji streszczenia jest zbyt duża.

Te usterki redakcyjne nie mają znaczenia dla ogólnej oceny rozprawy, która z pewnością spełnia wymogi stawiane przed pracami doktorskimi. Badania przedstawione przez Autorkę prowadzone są na wysokim poziomie, z zachowaniem wszelkich standardów. Wyniki zostały systematycznie opracowane i przedstawione w publikacjach w wiodących czasopismach naukowych. Stawiam więc wniosek o dopuszczenie pracy do dalszych etapów przewodu.



Kraków, 16 marca 2014 r.